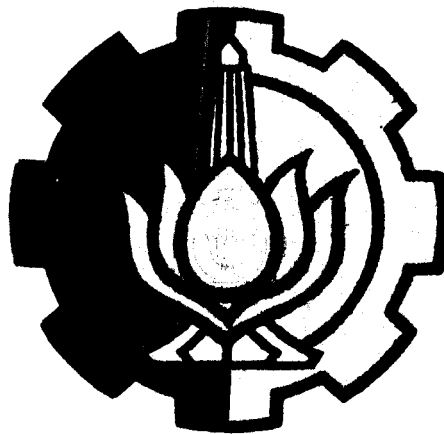


3100097009217

TUGAS AKHIR
MANUFAKTUR & BAHAN

PERENCANAAN
KATUP BALIK (CHECK VALVE)
UNTUK PROSES PENGENDAPAN SEMEN

RSM
621.815
Afa
P-1
1996



DISUSUN OLEH

ARIF AFANDI
NRP. 2192.030.015

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1996

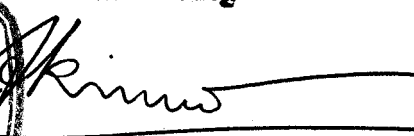
22-11-96
H
6604

**PERENCANAAN
KATUP BALIK (CHECK VALVE)
UNTUK PROSES PENGENDAPAN SEMEN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan guna memenuhi sebagian persyaratan
untuk menyelesaikan studi
Program Studi Diploma III
pada
Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

**Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing**



Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc
NIP. 131 790 574



**SURABAYA
OKTOBER, 1996**

ABSTRAKSI

Perbaikan (modifikasi) suatu peralatan diperlukan suatu perencanaan yang baik mengenai desain, teknik pembuatan, waktu pembuatan dan biaya produksi. Desain yang baru ini diharapkan mempunyai bentuk yang baik, efisien dan ekonomis, tetapi tidak menutup kemungkinan desain yang baru nanti memiliki komponen yang lebih banyak, sehingga waktu pembuatan lebih lama dan biaya produksi lebih mahal. Namun demikian desain yang baru ini memiliki kelebihan fungsi kerja dan bentuk yang lebih baik dari desain yang terdahulu

Tugas Akhir ini membahas mengenai desain katub balik (check valve), yang semula menggunakan sistem kesetimbangan/pemberat (desain lama) diganti dengan sistem pegas ulir puntir/helical torsion spring (desain baru) untuk sistem pengembalian katupnya dan proses pembuatannya. Desain check valve yang baru ini memiliki komponen yang lebih banyak dari desain check valve yang lama, sehingga waktu pembuatan lebih lama dan biaya produksi lebih mahal. Tetapi fungsi kerja dan bentuk check valve desain yang baru ini lebih baik dari check valve desain yang lama.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat, taufiq dan hidayahNya yang telah diberikan kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini merupakan syarat kelulusan bagi setiap mahasiswa program study D.3 Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam pelaksanaannya penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak mempunyai kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, walaupun penyusun telah berusaha untuk mendapatkan hasil yang semaksimal mungkin. Untuk itu semua kritik dan saran yang bertujuan untuk memperbaiki penyusunan tugas akhir ini, akan penyusun terima dengan senang hati, demi penyusunan dan penulisan dimasa mendatang.

Pada kesempatan ini pula, penyusun menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. Arino Anzip, M.Eng, Sc, selaku dosen pembimbing yang dengan kesabaran dan keihlasannya telah berkenan meluangkan waktu disela-sela kesibukannya untuk memberikan bimbingan serta saran-saran hingga terwujudnya tugas akhir ini
2. Bapak Ir. Dahlan Nurmani, Bapak Su'udi, Bapak Trobos dan seluruh staf serta karyawan fabrikasi mesin PT. Varia Usaha Gresik yang telah memberikan bimbingan dan bantuan kepada penyusun selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai.
3. Bapak Dr. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc, Phd. yang telah memberikan bantuan bimbingan kepada penyusun, hingga terwujudnya tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Soeharto DEA, selaku Kepala Program Study D.3 Teknik Mesin, FTI-ITS.

5. Seluruh karyawan D.3 Teknik Mesin, rekan-rekan mahasiswa dan pihak-pihak lain yang telah banyak membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung.
6. Saudara Khoiron Hidayat, Akhsan Hartono dan Moch. Dakir yang ikut membantu dalam penyusunan tugas akhir ini
7. Bapak, ibu dan saudara-saudaraku yang tercinta, yang dengan sabar dan ihlas memberikan dorongan pada kami selama kuliah dan menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan hambaNya yang telah banyak membantu dalam penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surabaya, Oktober 1996

Penyusun

DAFTAR GAMBAR

01. Gambar 1.1. Skematis sistem penyimpanan semen curah ke dalam silo	6
02. Gambar 2.1. Sket beban yang bekerja pada pegas ulir puntir	8
03. Gambar 2.2. Momen inersia luas terhadap sumbu y dan x	10
04. Gambar 2.3. Konsep jari-jari girasi	11
05. Gambar 2.4. Momen inersia antara sumbu paralel	12
06. Gambar 2.5. Sket penampang segi tiga dengan sumbu momen inersia berimpit pada dasar	12
07. Gambar 2.6. Sket penampang segi tiga dengan sumbu momen inersia pada titik berat	13
08. Gambar 2.7. Sket penampang empat persegi panjang dengan sumbu momen inersia pada titik berat	14
09. Gambar 2.8. Proses turning	15
10. Gambar 2.9. Proses taper turning	16
11. Gambar 2.10. Proses facing	16
12. Gambar 2.11. Proses drilling	17
13. Gambar 2.12. Proses boring	17
14. Gambar 2.13. Proses Reamer	18
15. Gambar 2.14. Bentuk-bentuk hasil proses knurling	19
16. Gambar 2.15. Bentuk-bentuk pahat knurling	19
17. Gambar 2.16. Proses Threading	19
18. Gambar 2.17. Macam-macam pekerjaan di mesin drill beserta pahatnya	20
19. Gambar 2.18. Macam-macam pekerjaan di mesin freis beserta pahatnya	22
20. Gambar 2.19. Proses membubut	24
21. Gambar 2.20. Panjang yang ditempuh oleh pahat	25
22. Gambar 2.21a Mengefreis tegak	27
23. Gambar 2.21b Mengefreis datar	27
24. Gambar 2.22. Proses menggurdi	29

25. Gambar 3.1. Analisa gaya pada check valve	31
26. Gambar 3.2. Analisa gaya yang bekerja pada plat katup saat terbebani semen ..	35
27. Gambar 3.3. Sket penampang volume semen	36
28. Gambar 3.4. Titik berat segi tiga	37
29. Gambar 3.5. Sket gaya momen inersia massa plat dan semen	38
30. Gambar 4.1. Posisi penyetingan casing check valve	48
31. Gambar 4.2. Sket ukuran pemotongan plat casing	49
32. Gambar 4.3. Sket ukuran pemotongan plat flendes	50
33. Gambar 4.4. Sket posisi setting dari 4 plat flendes	50
34. Gambar 4.5. Sket posisi penumpukan flendes	51
35. Gambar 4.6. Sket pemotongan pipa	88
36. Gambar 4.7. Sket pemotongan batang silinder	89
37. Gambar 4.8. Sket posisi pembengkokan batang silinder	89
38. Gambar 4.9. Posisi lubang pada plat casing berlubang	90
39. Gambar 4.10. Dimensi plat penahan	90

DAFTAR TABEL

01. Tabel 3.1. Besar berat semen terhadap perubahan ketinggian semen	37
02. Tabel 3.2. Jarak antara titik pusat berat semen dengan poros terhadap perubahan ketinggian semen	37
03. Tabel 3.3. Besar momen inersia massa semen terhadap perubahan ketinggian semen	39
04. Tabel 3.4. Besar perubahan percepatan sudut plat katup terhadap perubahan ketinggian semen	40
05. Tabel 3.5. Besar perubahan sudut defleksi pegas ulir puntir terhadap perubahan beban material semen	41
06. Tabel 3.6. Waktu yang diperlukan terhadap perubahan percepatan sudut plat katup dan perubahan sudut defleksi pegas ulir puntir	42
07. Tabel 4.1. Urutan proses pemesinan rumah sil	60
08. Tabel 4.2. Urutan proses pemesinan Dudukan poros	64
09. Tabel 4.3. Urutan proses pemesinan Poros	68
10. Tabel 4.4. Urutan proses pemesinan Penghubung	71
11. Tabel 4.5. Urutan proses pemesinan Penutup	77
12. Tabel 4.6. Urutan proses pemesinan Sil	80
13. Tabel 5.1. Biaya material check valve desain baru	92
14. Tabel 5.2. Biaya material check valve desain lama	93
15. Tabel 5.3. Biaya bubut untuk komponen check valve desain baru	93
16. Tabel 5.4. Biaya freis untuk komponen check valve desain baru	93
17. Tabel 5.5. Biaya bending untuk komponen check valve desain lama	94
18. Tabel 5.6. Biaya drilling untuk komponen check valve desain baru	94
19. Tabel 5.7. Biaya drilling untuk komponen check valve desain lama	94
20. Tabel 5.8. Biaya cutting untuk komponen check valve desain baru	95
21. Tabel 5.9. Biaya cutting untuk komponen check valve desain lama	95
22. Tabel 5.10. Biaya operasional untuk check valve desain baru	96
23. Tabel 5.11. Biaya operasional untuk check valve desain lama	96

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	i
Abstraksi	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel	vii
Daftar Isi	viii
 Bab I Pendahuluan	 1
1.1. Pandangan Umum	1
1.2. Latar Belakang	1
1.2.1. Diskripsi Proses	1
1.2.2. Bahaya Kerusakan Pada Check Valve	3
1.2.3. Penyebab Kerusakan Pada Check Valve	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penulisan	4
1.5. Methodologi	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
 Bab II Dasar Teori	 7
2.1. Sistem Kerja Dari Check Valve	7
2.2. Pegas Ulir Puntir (Helical Torsion Spring)	7
2.2.1. Tegangan	7
2.2.2. Lendutan	9
2.3. Momen Inersia	9
2.3.1. Jari-jari Girasi	10
2.3.2. Rumus Perpindahan Momen Inersia	11
2.3.3. Momen Inersia Luas dan Massa	12

2.4. Macam-macam Pekerjaan Yang Dapat Dilakukan Oleh Mesin Bubut, Mesin Drill dan Mesin Freis	15
2.4.1. Mesin Bubut	15
2.4.2. Mesin Drill	20
2.4.3. Mesin Freis	21
2.5. Pokok-pokok Perhitungan Proses Pengerjaan	22
2.5.1. Waktu Pengerjaa	22
2.5.2. Machining Time	23
2.5.3. Waktu Pembentukan Tanpa Perautan	30
 Bab III Perencanaan Dan Perhitungan Check Valve	31
3.1. Perhitungan Momen Pegas Ulir Puntir/Helical Torsion Spring (Mp) sebelum terbebani semen	31
3.2. Perhitungan Sudut Defleksi/Simpangan (θ) Pegas Ulir Puntir Saat Pemasangan	32
3.3. Perhitungan Tegangan Lentur Pada Pegas Ulir Puntir	33
3.4. Perhitungan Percepatan Sudut (α) Pada Saat Plat katup Terbebani Semen	35
3.5. Besar Perubahan Sudut Defleksi Pegas Ulir Puntir Karena Adanya Perubahan Beban Material Semen	40
3.6. Besar Waktu Yang Diperlukan Terhadap Perubahan Percepatan Sudut Plat Katup Dan Perubahan Sudut Defleksi Pegas Ulir Puntir.....	41
 Bab IV Proses Produksi	43
4.1. Proses Pembuatan Check Valve Desain Baru	43
4.1.1. Pengerjaan Jenis Material Plat	43
4.1.2. Pengerjaan Jenis Material Batang Silinder	53
4.1.3. Pengerjaan Jenis Material Teflon	58
4.1.4. Proses Perakitan	82

4.2. Proses Pembuatan Check Valve Desain Lama	85
4.2.1. Flow Chart Proses Pembuatan Komponen Check Valve Desain Lama	85
4.2.2. Uraian Proses Pembuatan Check Valve Desain Lama	88
4.2.3. Flow Chart Proses Perakitan Komponen Check Valve Desain Lama	91
 Bab V Biaya Produksi	 92
5.1. Biaya Material	92
5.2. Biaya Pemesinan	93
5.2.1. Biaya Bubut	93
5.2.2. Biaya Freis Dan Bending	93
5.2.3. Biaya Drilling	94
5.2.4. Biaya Cutting	95
5.3. Biaya Operasional	96
5.4. Biaya Total	96
 Bab VI Kesimpulan	 98
 Daftar Pustaka	 xi
Lampiran	xii

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Pandangan Umum

Proses manufacturing adalah merupakan pengetahuan mengenai proses pembentukan (forming proses) maupun proses pemotongan (cutting proses) dari seluruh komponen yang akan dibuat mulai dari bahan baku sampai ke produksi jadi. Adapun dalam teknik pembentukan sendiri dapat digolongkan menjadi dua macam yaitu pembentukan dengan perautan dan pembentukan tanpa perautan.

Dengan perautan artinya membentuk suatu benda kerja dari bahan asal atau bahan yang ada dengan jalan meraut, meraut disini yaitu membuang bagian dari benda kerja sedikit demi sedikit dengan pahat sehingga dicapai benda kerja yang dimaksud. Oleh karena itu dari bahan asal/semula didapatkan suatu benda kerja dan hasil rautan (geram).

Sedangkan pembentukan tanpa perautan artinya benda kerja dibentuk tanpa menghasilkan rautan, jadi dari bahan baku/asal hanya didapatkan benda kerja tanpa sisa. Untuk proses dengan perautan, rautannya tidak bisa digunakan lagi kecuali pada pabrik pengolahan baja. Tetapi pada proses tanpa perautan sisanya mungkin masih bisa digunakan.

diperoleh Kedua macam teknik pembentukan tersebut dapat dilakukan dengan tangan atau mesin. Dengan tangan artinya bahwa tenaga yang dibutuhkan diperoleh dengan tangan manusia atau anggota badan, sedangkan dengan mesin diartikan tenaga yang dibutuhkan dari mesin

1.2. Latar Belakang

1.2.1 Diskripsi Proses

Dalam proses penyimpanan Semen Curah (serbuk) dari mobil pengangkut Semen Curah (bulk truck) ke dalam silo mengalami beberapa proses dan beberapa peralatan. Adapun peralatan-peralatan yang dibutuhkan dalam proses penyimpanan Semen Curah ini adalah :

1. Mobil pengangkut Semen Curah (bulk truck) yang dilengkapi dengan kompresor.
2. Tempat penampung/penyimpanan Semen Curah (silo).
3. Tempat proses pengendapan debu semen (tabung cyclone).
4. Katub balik (check valve).
5. Tempat proses penyaringan debu semen (dust collector).
6. Dan beberapa pipa saluran penghubung.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.1.

Sedangkan proses yang terjadi pada penyimpanan Semen Curah adalah :

- a) Proses pengeluaran Semen Curah dari bulk truck, dimana Semen curah yang berada didalam bulk truck diberi tekanan angin oleh kompresor yang kemudian dikeluarkan melalui pipa saluran menuju silo.
- b) Setelah campuran Semen Curah dengan udara masuk kedalam silo, maka akan terjadi pengendapan sebagian semen dan menuju dasar silo. Sedangkan sebagian lagi ikut terbawa oleh udara bertekanan menuju tabung cyclone.
- c) Setelah campuran Semen Curah dengan udara masuk kedalam tabung cyclone, maka akan terjadi pemisahan antara partikel semen dengan aliran gas/udara yang membawanya. Aliran udara memasuki tabung cyclone dalam arah tangensial kemudian terjadi aliran putar (spin) sepanjang cyclone, akibatnya pada partikel timbul gaya sentrifugal sebagai reaksi gaya aksial yang terbentuk dari aliran spin ini. Gaya sentripental pada partikel mempunyai arak keluar menjauhi sumbu putar menumbuk dinding cyclone, karena adanya gaya grafitasi material slip kebawah dan terkumpul dalam hopper/dasar tabung cyclone. Setelah material (semen) yang terkumpul didalam dasar tabung cyclone (hopper) dan berat dari material tersebut sudah mencapai titik kesetimbangan (berat yang direncanakan) dari check valve, maka check valve yang berada diantara tabung cyclone dan silo akan terbuka sesaat sehingga material jatuh ke dalam silo. Setelah itu check valve akan menutup kembali.
- d) Sebelum aliran gas/udara dibuang keluar lingkungan maka gas/udara tersebut dibersihkan dahulu dalam dust collector. Dust collector juga merupakan suatu cyclone tetapi dengan daya pengumpulan partikel yang lebih baik.

Secara skematis sistem penyimpanan Semen Curah kedalam silo ini dapat dilihat dalam Gambar 1.1.

1.2.2. Bahaya Kerusakan Pada check Valve

Dengan mengetahui proses pengendapan yang terjadi pada tabung cyclone tersebut, maka kita dapat menilai bahwa fungsi dari check valve ini sangatlah penting. Karena bila terjadi kerusakan/kemacetan dari check valve tersebut maka akan membahayakan peralatan-peralatan lainnya.

Adapun bahaya/kerusakan yang dimaksud adalah :

1. Bila check valve tidak bisa membuka/macet, maka material yang tertimbun didasar tabung cyclone/hopper tidak bisa jatuh ke silo, sehingga lama-kelamaan terjadi penimbunan semen yang sangat banyak (tinggi) dan menutupi pipa saluran masuk dan keluarnya udara bertekanan. Hal ini akan berakibat terjadinya ledakan pada cyclone ataupun silo.
2. Dan bila check valve membuka terus (tidak bisa menutup kembali), maka proses pengendapan material (semen) di dasar tabung cyclone yang kita harapkan tidak terjadi, karena partikel-partikel semen yang jatuh ke dasar tabung cyclone akan langsung masuk ke dalam silo. Disamping itu juga campuran Semen Curah dengan udara yang masuk ke dust collector lebih kecil, karena banyak yang masuk ke dalam silo.

1.2.3. Penyebab Kerusakan Pada Check Valve

Kemacetan/kerusakan pada check valve ini biasanya terjadi karena :

1. Adanya kebocoran pada casing check valve, sehingga bila terjadi hujan (diletakkan ditempat terbuka) air hujan akan masuk kedalam casing check valve melalui celah casing yang bocor tersebut yang akan mengakibatkan terjadinya penggumpalan semen di dalam check valve. Dengan terjadinya penggumpalan semen tersebut maka akan mengganggu fungsi kerja dari check valve. Disamping itu juga campuran Semen Curah dengan udara yang keluar melalui lubang (kebocoran) casing check valve akan mengotori udara disekitarnya.
2. Dan bila pada poros check valve dipasang bearing yang pakai pelumasan, akan berakibat terjadi kemacetan juga. Hal ini dikarenakan terjadi penggumpalan antara debu/partikel-partikel semen dengan minyak untuk pelumasan bearing tersebut.

Dengan melihat kenyataan tersebut, maka dalam perencanaan check valve yang baru ini diharapkan bisa mengatasi kegagalan-kegagalan tersebut.

1.3. Batasan Masalah

Pada pembahasan perencanaan proses pembuatan check valve ini diambil beberapa batasan masalah agar nantinya terdapat suatu skup pembahasan tertentu. Adapun batasan masalah yang diambil adalah :

1. Pembahasan dititik beratkan pada perencanaan proses pembuatan check valve saja. Jadi peralatan lainnya tidak dibahas dalam penulisan ini.
2. Mesin-mesin yang digunakan adalah mesin-mesin yang berada di pabrik, yang dalam hal ini adalah fabrikasi mesin PT. Varia Usaha Gresik. Dan diasumsikan mesin-mesin dalam kondisi sempurna atau tidak terdapat keausan mekanik.
3. Komponen-komponen standart tersedia dipasaran. Dengan demikian tidak perlu dibuat.
4. Material yang diperlukan tersedia di pasaran.
5. Data-data material benda kerja diambil dari buku referensi tanpa dilakukan uji coba dalam laboratorium.

1.4. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan ini adalah membuat desain dari check valve (katup balik) dan proses pembuatannya. Yang diharapkan dari desain check valve yang baru ini, mempunyai performen yang lebih baik dari desain yang terdahulu, sehingga alat tersebut dapat bekerja dengan baik.

1.5 Methodologi

Methodologi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Study Lapangan.

- Melakukan pengamatan pada sistem kerja dari check valve dan proses pembuatan - nya.
- Mencatat dan mencari data-data yang diperlukan untuk memecahkan masalah.

2. Study Pustaka.

Melakukan study literatur yang berhubungan dengan perencanaan dan proses pemesinan yang diambil dari buku-buku perpustakaan.

3. Analisa Perencanaan.

Menganalisa perencanaan check valve sesuai dengan desain yang kita buat.

4. Kesimpulan

Menarik kesimpulan dari hasil analisa.

1. 6. Sistematika penulisan

Untuk memudahkan penulisan, pembahasan dan memahami tugas akhir ini, maka penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab yaitu :

1. Bab I. Pendahuluan

Pada bab ini akan diberikan gambaran umum tentang permasalahan yang akan di bahas.

2. Bab II. Dasar Teori.

Dalam bab ini akan dijelaskan teori-teori yang ada hubungannya dengan permasalahan, yang bisa digunakan bahan bagi pembaca untuk memahami isi tugas akhir ini.

3. Bab III. Perencanaan Dan Perhitungan Check Valve.

Pada bab ini akan dibahas mengenai dimensi, tegangan, sudut defleksi dan bahan dari pegas ulir puntir serta percepatan sudut plat katup check valve.

4. Bab. IV. Proses Produksi.

Dalam bab ini akan dibahas mengenai proses produksi check valve desain baru dan desain lama.

5. Bab V Biaya Produksi.

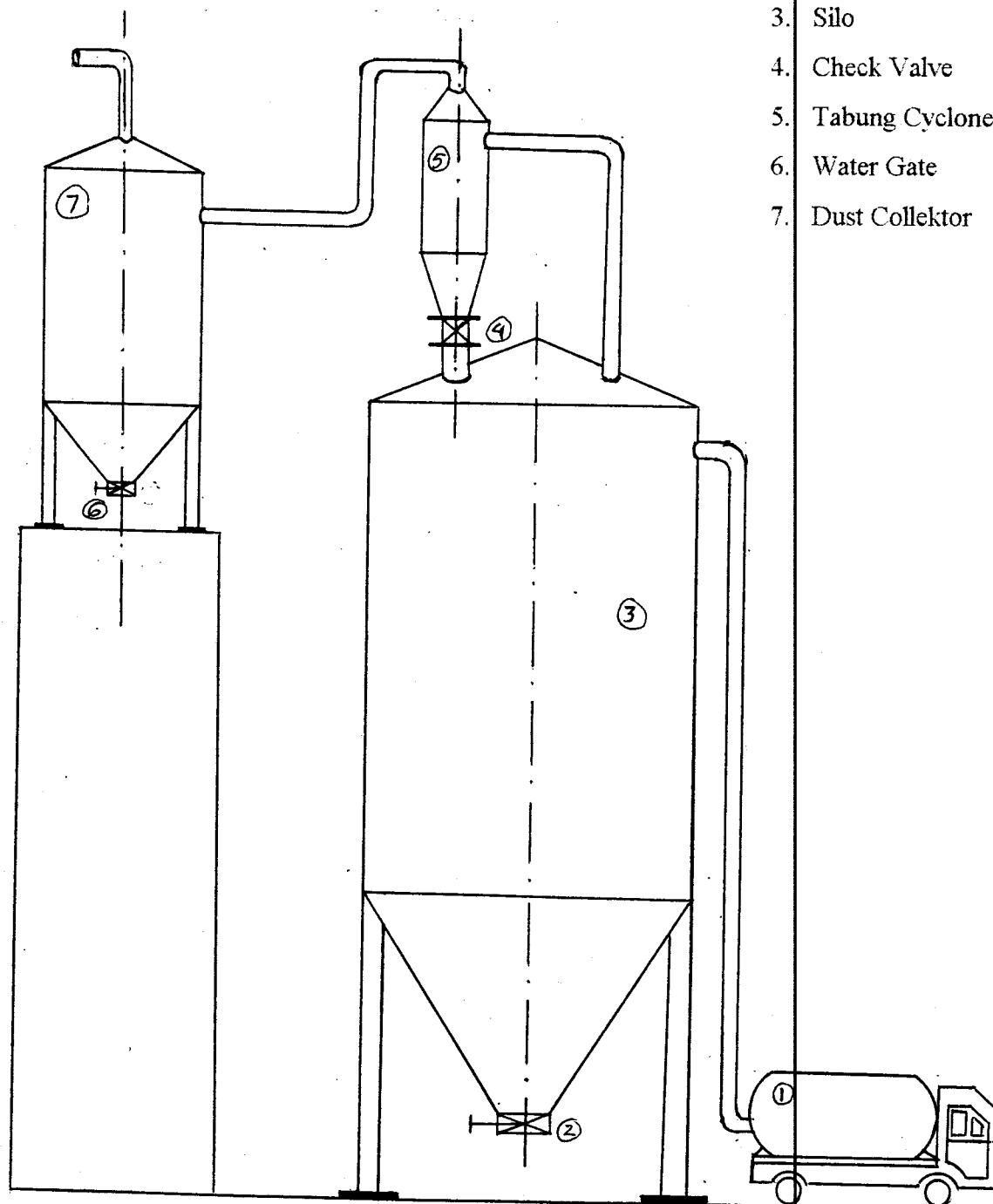
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai biaya material, biaya pemrosesan dan biaya operasional dari pembuatan check valve desain lama dan desain baru.

6. Bab VI Kesimpulan.

Pada bab ini akan disimpulkan mengenai kelebihan dan kekurangan antara check valve desain baru dan check valve desain lama

Keterangan :

1. Bulk Truck
2. Water Gate
3. Silo
4. Check Valve
5. Tabung Cyclone
6. Water Gate
7. Dust Collector



Gambar 1.1. Skematis Sistem Penyimpanan Semen Curah Ke Dalam Silo

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Sistem Kerja Dari Check Valve

Prinsip kerja dari check valve ini berdasarkan pada sistem keseimbangan momen ($\Sigma Mo = F.l$). Dimana pada check valve desain lama ini, membuka dan menutupnya plat katup tergantung pada berat material (W_{mt}) yang berada diatas plat katup tersebut dan berat plat katupnya (W_{pl}) sendiri serta berat pemberat/penyeimbang (W_{pem}) yang dipasang pada poros.

Gaya berat material terhadap sumbu poros (l_{mt}) dan gaya berat plat terhadap sumbu poros (l_{pl}) akan menimbulkan gaya momen yang searah dengan arah jarum jam, sedangkan gaya berat dari pemberat terhadap sumbu poros (l_{pem}) akan menimbulkan gaya momen yang berlawanan arah dengan arah jarum jam, sehingga membuka dan menutupnya plat katup tersebut terjadi bila :

$$(W_{mt} \cdot l_{mt}) + (W_{pl} \cdot l_{pl}) > W_{pem} \cdot l_{pem} \quad (\text{plat katup membuka})$$

$$(W_{mt} \cdot l_{mt}) + (W_{pl} \cdot l_{pl}) < W_{pem} \cdot l_{pem} \quad (\text{plat katup menutup})$$

Sedangka pada perencanaan check valve desain yang baru ini, untuk melawan gaya momen dari material dan plat katup dipasang pegas ulir puntir yang memberikan gaya momen (M_p) yang berlawanan arah dengan arah jarum jam, sehingga membuka dan menutupnya plat katup terjadi bila :

$$(W_{mt} \cdot l_{mt}) + (W_{pl} \cdot l_{pl}) > M_p \quad (\text{plat katup membuka})$$

$$(W_{mt} \cdot l_{mt}) + (W_{pl} \cdot l_{pl}) < M_p \quad (\text{plat katup menutup})$$

2.2. Pegas Ulir Puntir (Helical Torsion Spring)

2.2.1. Tegangan

Tegangan lentur yang terjadi pada pegas ulir puntir (ref.4. hal 30) adalah :

$$\sigma = K \frac{M \cdot c}{I} \quad (2.1)$$

Dimana

K = adalah faktor pemusatan tegangan

dan dalam hal ini "K" tergantung pada bentuk penampang kawat

$$K_i = \frac{4.C^2 - C - 1}{4.C (C - 1)} \quad (\text{Serat sebelah dalam dari gulungan kawat}) \quad (2.2)$$

$$K_o = \frac{4.C^2 + C - 1}{4.C (C + 1)} \quad (\text{Serat sebelah luar dari gulungan kawat}) \quad (2.3)$$

C = Indeks pegas

$$C = \frac{D - d}{d} \quad (2.4)$$

D = Diameter lilitan kawat (mm)

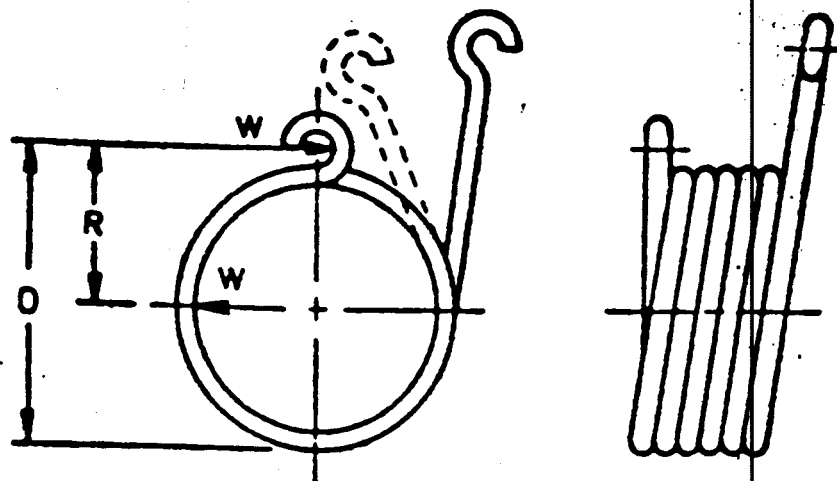
d = Diameter kawat (mm)

M = Momen lentur (Kg mm)

$$M = W \cdot r \quad (2.5)$$

W = Berat atau gaya yang memuntir pegas torsi (Kg)

r = Jari-jari lilitan kawat atau lengan momen (mm)



Gambar 2.1. beban yang bekerja pada pegas ulir puntir/helical torsion spring
(ref. 5 hal. 790)

I/c = Modulus penampang kawat $(\text{mm})^3$

$$I/c = \pi \cdot (d)^3 / 32 \quad (2.6)$$

2.2.2. Lendutan

Energi tegangan dalam lenturan (ref. 4 hal. 31) adalah

$$U = \int \frac{(M)^2 dx}{2 \cdot E \cdot I} \quad (2.7)$$

Untuk pegas puntir, $M = F \cdot r$ dan integrasi harus dilengkapi untuk seluruh panjang kawat. Gaya "F" akan melendut sejauh " $r \cdot \theta$ " dimana " θ " adalah lendutan sudut total dari pegas, dengan menggunakan teorema Castigliano

$$r \theta = \partial u / \partial f = \int_0^{\pi D n} \frac{\partial}{\partial f} \{ F^2 \cdot (r)^2 dx \} / \{ 2 E I \}$$

$$r \theta = \int_0^{\pi D n} \{ F \cdot (r)^2 dx \} / \{ E I \}$$

Dengan memasukkan $I = \pi (d)^4 / 64$ untuk kawat bulat maka sudut defleksi (θ) adalah :

$$\theta = \{ 64 F r D n \} / \{ (d)^4 E \} \quad (2.8)$$

dimana

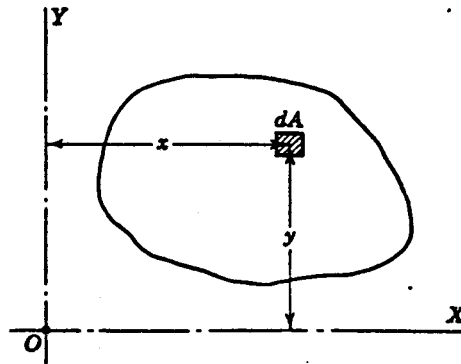
n = Jumlah lilitan kawat pegas

E = Modulus elastis bahan kawat pegas

2.3. Momen Inersia

Banyak rumus teknik berkaitan dengan pemakaian pernyataan matematis (ref. 6 hal 583 - 590) bentuk $\int (\rho)^2 dA$, dimana ρ jarak tegak lurus dari dA kesumbu inersia. Integral ini kerap kali diberi nama momen inersia. Momen inersia tidak mempunyai arti, momen inersia terutama hanya merupakan pernyataan matematis yang disebut dengan

simbul I. Tetapi, apabila bergabung dengan terminologi lain, seperti rumus pada lentur tegangan balok $\sigma = M c / I$, penggunaannya mulai mempunyai pengertian.



Gambar 2.2. Momen inersia luas terhadap sumbu y dan x (ref 6 hal. 584)

Definisi matematis momen inersia, $\int (\rho)^2 dA$, menunjukkan bahwa luas dibagi menjadi elemen kecil, seperti dA , dan masing-masing luas dikali dengan kwadrat lengan momennya terhadap sumbu acuan. Berarti seperti gambar 2.2., apabila koordinat pusat luas deferensial dA adalah (X, Y) , momen inersia terhadap sumbu X adalah jumlah perkalian setiap luas dA dengan kwadrat lengan momennya y . Hal ini diberikan

$$I_x = \int (y)^2 dA \quad (2.9)$$

Dengan cara yang sama, momen inersia terhadap sumbu y diberikan oleh

$$I_y = \int (x)^2 dA \quad (2.10)$$

2.3.1. Jari-Jari Girasi

Terminologi jari-jari girasi dipergunakan untuk menjelaskan ekspresi matematis lain dan selalu terlihat pada rumus kolom. Jari-jari girasi biasanya ditunjukkan dengan simbul "k" atau dengan simbul "r" dan didefinisikan dengan hubungan :

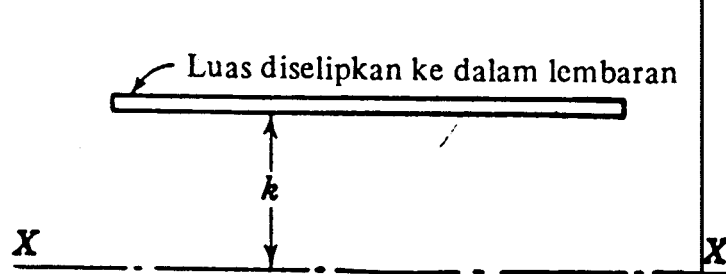
$$k = \sqrt{I / A} \quad \text{atau} \quad I = A \cdot k^2 \quad (2.11)$$

di mana I adalah momen inersia dan A luas potong penampang..

Penjelasan berikut ini merupakan interpretasi geometris hubungan ini. Andaikan luas dari gambar 2.2. diselipkan kedalam lembaran panjang seperti terlihat pada gambar

2.3. Setiap elemen diferensial luas dA mempunyai jarak sama k dari sumbu inersia. Momen inersia diberikan oleh :

$$I = \int (\rho)^2 dA = (k)^2 \int dA = A (k)^2 \quad (2.12)$$



Gambar 2.3. Konsep jari-jari girasi (ref.6 hal.586)

2.3.2. Rumus Perpindahan Momen Inersia

Kerap kali perlu memindahkan momen inersia dari satu sumbu kesumbu paralel lainnya. Rumus perpindahan memberikan metode pemindahan tanpa integrasi. Misalnya pada gambar 2.4, momen inersia terhadap sumbu titik berat $X (X_0)$ diberikan

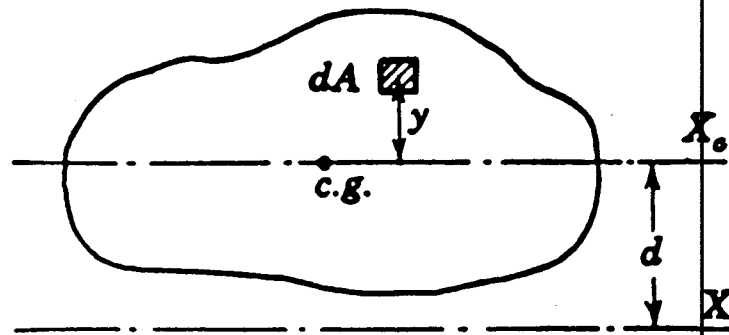
oleh pernyataan $I_{X_0} = \int (y)^2 dA$. Momen inersia luas untuk luas yang sama terhadap sumbu paralel (X) berkedudukan sejauh d dari sumbu titik berat diberikan oleh persamaan :

$$\{ I = \int (\rho)^2 dA \} \quad I_x = \int (y + d)^2 dA \quad (2.13)$$

$$= \int (y)^2 dA + 2d \int (y) dA + (d)^2 \int dA$$

d yang menyatakan jarak sumbu ditulis diluar tanda integrasi karena tetap . terminologi kedua sisi kanan persamaan rumus 2.13. menjadi nol karena $\int y dA = A y$, dimana y menyatakan jarak dari sumbu acuan X_0 ke titik berat. Pada contoh ini y mempunyai harga nol karena X_0 melalui titik berat. Kita akhirnya mendapatkan ,

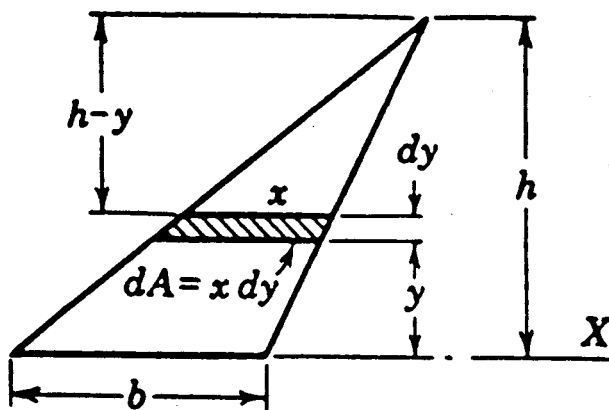
$$I_x = I_{X_0} + Ad^2 \quad (2.14)$$



Gambar 2.4 Momen inersia antara sumbu paralel (ref.6 hal 587)

2.3.3. Momen inersia luas dan massa

A. Momen inersia luas dan massa segi tiga



$$I_x = \int (y)^2 dA$$

$$I_x = \int_0^h (y)^2 x dy$$

$$x / (h-y) = b / h$$

$$x = \{b (h-y)\} / h$$

$$I_x = \int_0^h (y)^2 \{b (h-y)\} / h dy$$

$$I_x = b/h \int_0^h \{(y)^2 h - (y)^3\} dy$$

Gambar 2.5. Sket penampang segi tiga dengan sumbu momen inersia berimpit pada dasar (ref. 6 hal. 590).

$$I_x = b/h \left\{ \int_0^h [(y)^2 h dy] - \int_0^h (y)^3 dy \right\}$$

$$I_x = b/h \left[\{(y)^3 h\} / 3 - (y)^4 / 4 \right]_0^h$$

$$I_x = \{b (h)^3\} / 12 \quad (\text{momen inersia luas segi tiga berimpit dengan sumbu dasar}) \quad (2.15)$$

$$I_x = \{\gamma t / g\} \{b (h)^3 / 12 \text{ (momen inersia massa segi tiga berimpit dengan sumbu dasar)}$$

$$I_x = \{(\gamma t b h) / 2 g\} \cdot (h)^2 / 6$$

$$I_x = (W / g) \cdot (h^2 / 6) \quad (2.16)$$

dimana

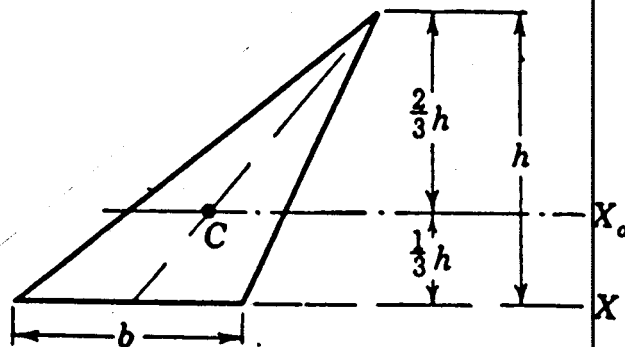
γ = massa jenis material Kg/m^3

t = tebal material m

b = lebar alas segi tiga m

h = tinggi segi tiga m

g = gaya grafitasi bumi m/det^2



Gambar 2.6. Sket penampang segi tiga dengan sumbu momen inersia pada titik berat
(ref.6 hal. 590)

$$I_x = I_{x0} + m d^2$$

$$(W h^2) / (6 g) = I_{x0} + (\gamma t b h) / 2 g \cdot (1/3 h)^2$$

$$(W h^2) / (6 g) = I_{x0} + (W / g) \cdot (h^2 / 9)$$

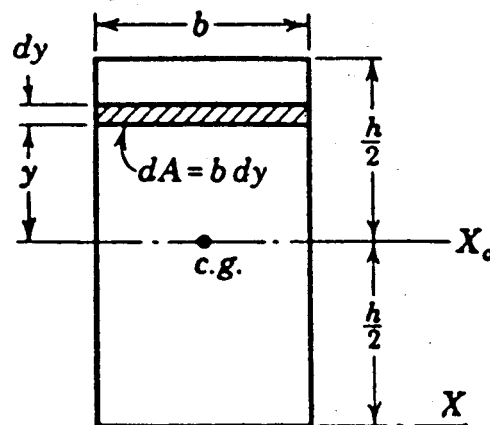
$$(W h^2) / (6 g) - (W / g) \cdot (h^2 / 9) = I_{x0}$$

$$(W / g) \cdot [(h^2 / 6) - (h^2 / 9)] = I_{x0}$$

$$(W/g) \cdot (2h/36) = I_{xo}$$

$$(W/g) \cdot (h/18) = I_{xo} \quad (\text{momen inersia massa segi tiga dengan sumbu pada titik berat}) \quad (2.17)$$

B. Momen inersia luas dan massa empat persegi panjang.



Gambar 2.7. Sket Penampang empat persegi panjang dengan sumbu momen inersia pada titik berat (ref. 6 hal. 588).

Sumbu pada titik berat

$$I_x = \int y^2 dA$$

$$I_{xo} = \int_{-h/2}^{h/2} (y)^2 b dy$$

$$I_{xo} = b \left[\frac{1}{3} (y)^3 \right]_{-h/2}^{h/2} \Rightarrow I_{xo} = (b h^3) / 12 \quad (2.18.a)$$

$$I_{xo} = \{(\gamma t) / g\} \{ (b h^3) / 12 \}$$

$$I_{xo} = \{(\gamma t b h) / g\} \{ (h^2) / 12 \}$$

$$\Rightarrow I_{xo} = \{ (W h^2) / 12 g \} \quad (2.18.b)$$

Sumbu berimpit pada dasar

$$I_x = I_{x0} + m d^2$$

$$I_x = (W h^2) / 12 g + (\gamma t b h) / g \cdot (h / 2)^2$$

$$I_x = (W / g) \cdot (h^2 / 12) + (W / g) \cdot (h^2 / 4)$$

$$I_x = (W / g) \cdot [(h^2 / 12) + (h^2 / 4)]$$

$$I_x = (W / g) \cdot (h^2 / 3) \quad (2.19)$$

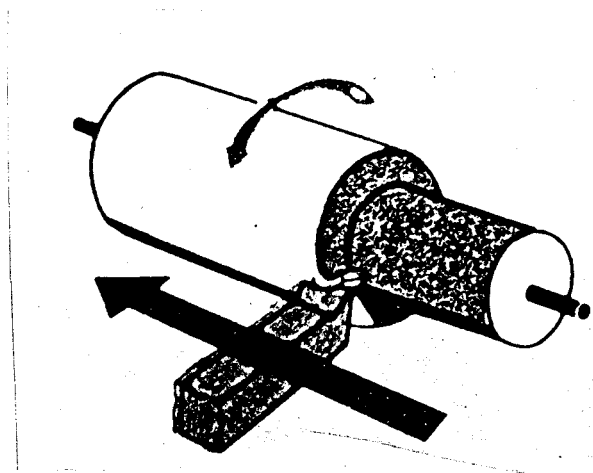
2. 4. Macam-macam pekerjaan yang dapat dilakukan oleh mesin bubut, mesin drill dan mesin freis

2.4.1. Mesin Bubut

1. Turning

Turning yaitu proses pemotongan permukaan silindris dari suatu benda kerja dimana pemakanan tersebut rata pada semua sisinya (lihat gambar 2.8)

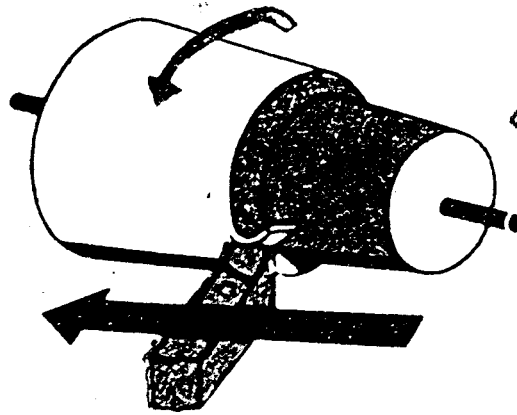
Benda kerja biasanya dipasang diantara center atau hanya dijepit pada chuck saja (untuk benda kerja yang pendek).



Gambar 2.8. Proses Turning (Ref 1, hal 14)

2. Taper Turning

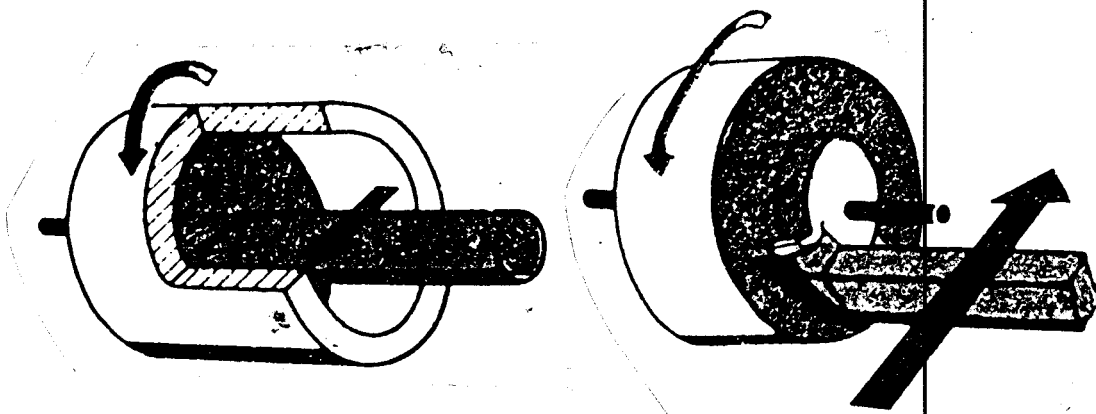
Taper turning yaitu prosesnya sama dengan proses turning hanya saja benda kerja yang dibentuk yaitu berbentuk tirus atau taper. (Lihat Gambar 2.9)



Gambar 2.9. Proses Taper Turning (Ref 1, hal 14)

3. Facing

Pada proses facing, pahat bergerak memotong ujung dari benda kerja yang berputar untuk menghasilkan suatu permukaan yang rata. Benda kerja dijepit pada chuck. Jika kedua ujung benda kerja akan diratakan, maka pengerjaannya dimulai dari salah satu ujung benda kerja untuk kemudian beralih pada ujung lainnya. (Lihat Gambar 2.10)

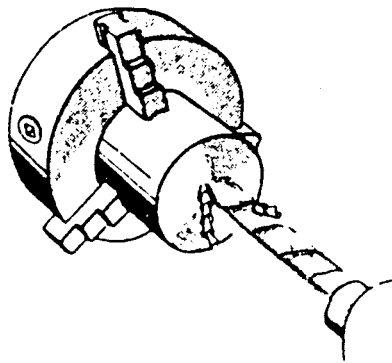


Gambar. 2.10. Proses Facing (Ref 1, hal 14)

4. Drilling

Untuk pengerjaan drilling pada mesin bubut maka drill head dipasang pada tail stock, sehingga dapat memegang pahat drill yang akan melubangi benda kerja yang berputar

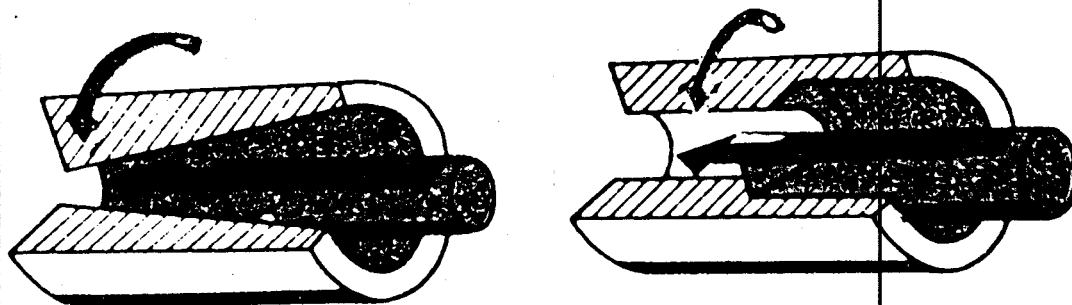
pada chuck. (Lihat Gambar 2.11). Feeding/pemakanan diberikan dengan menekan tail stock dengan tangan.



Gambar 2.11. Proses Drilling (Ref 1, hal 106)

5. Boring

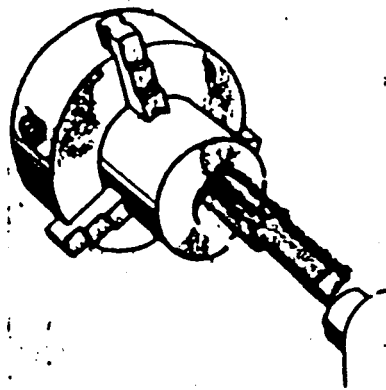
Boring yaitu suatu proses pembesaran lubang dimana lubang tersebut dihasilkan dari proses drilling atau lubang-lubang hasil tuangan. Boring pada mesin bubut dilakukan dengan memasang benda kerja pada chuck. Kegunaan yang utama dari operasi boring yaitu untuk membuat lubang yang konsentris dengan sumbu. Juga untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi pada proses drilling sebelumnya. Konsentris adalah sifat yang terpenting dari lubang hasil proses boring. Lubang mungkin dibor dengan lurus atau meruncing. (Lihat Gambar 2.12)



Gambar 2.12. Proses Boring (Ref 1, hal 14)

6. Reaming

Reaming yaitu proses untuk menghaluskan lubang yang memerlukan ketelitian yang tinggi. Reaming dilakukan setelah proses drilling atau boring tergantung dari ketelitian yang diperlukan. Pada proses ini digunakan pahat reamer yang dipasang pada drill head, dimana drill head itu sendiri dipasang pada tail stock. (Lihat Gambar 2.13)



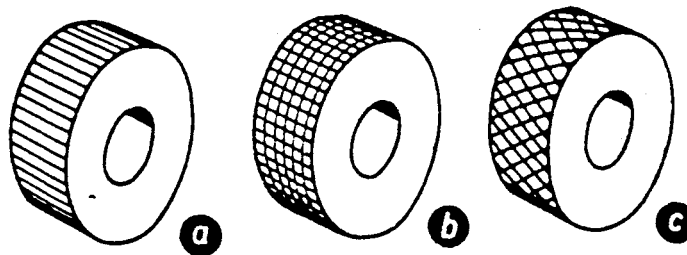
Gambar 2.13. Proses Reamer (Ref 1, hal 106)

7. Knurling

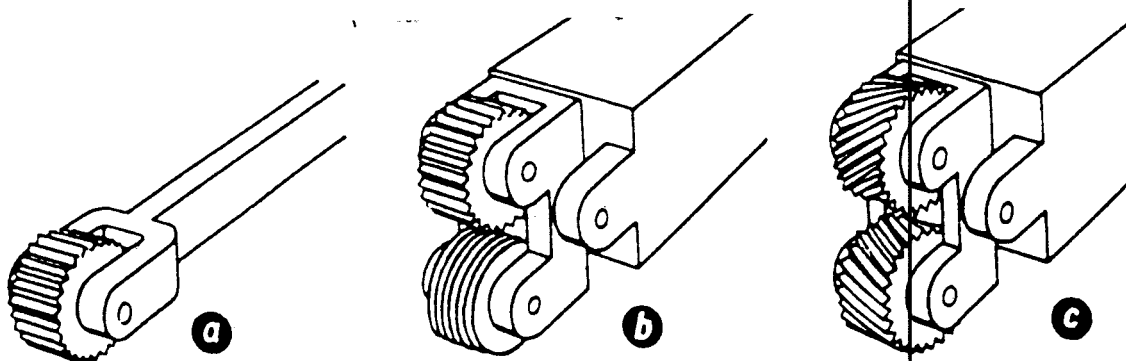
Knurling adalah suatu proses penekanan suatu pahat knurling ke dalam permukaan benda kerja. Dalam hal ini benda kerja tidak diraut, hanya dilakukan penekanan saja sehingga menghasilkan bentuk-bentuk permukaan seperti pada gambar 2.14. Knurling pada mesin bubut dilakukan pada permukaan bentuk silindris. Ada bermacam-macam, bentuk pahat knurling antara lain :

- Straight knurl pattern (Gambar 2.15.a.)
- Cross knurl pattern (Gambar 2.15.b.)
- Diamond knurl pattern (Gambar 2.15.c.)

Handle dari alat-alat biasanya sering di knurling yaitu agar supaya handle tidak terlepas dari tangan (licin). Knurling juga dilakukan untuk sedikit menambah diameter suatu benda kerja atau hanya merupakan perhiasan-perhiasan saja.



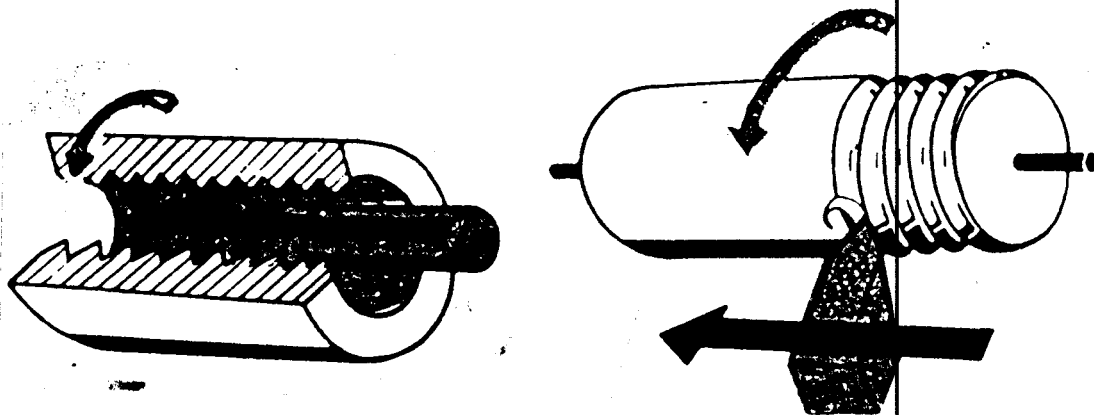
Gambar.2.14. Bentuk-bentuk hasil proses knurling (ref. 1 hal. 70)



Gambar 2.15. Bentuk-bentuk Pahat Knurling (Ref 1, hal 70)

8. Thread Cutting

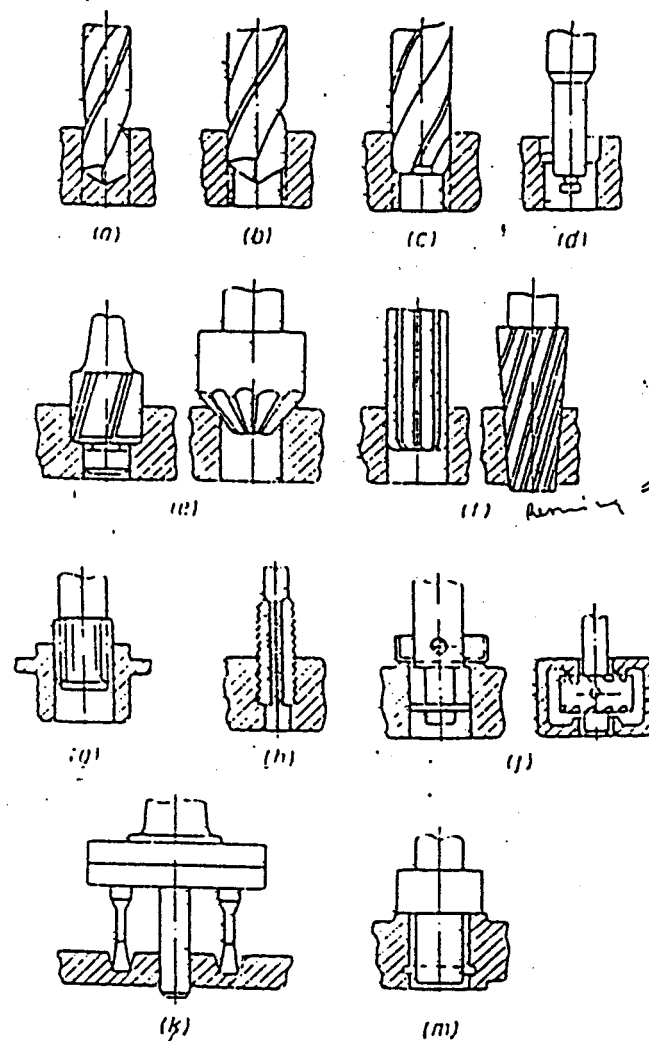
Thread cutting yaitu suatu proses pembuatan ulir, baik ulir luar maupun ulir dalam. Pada pembuatan ulir bisa dipakai pahat ulir ataupun tap. Pahat ulir digunakan untuk membuat ulir luar dan tap untuk membuat ulir dalam. (Lihat Gambar 2.16).



Gambar 2.16. Proses Threading (Ref 1, hal 14)

2.4.2. Mesin Drill.

Macam-macam pekerjaan yang dapat dikerjakan di mesin drill dan jenis alat potong (cutting tool) yang digunakan untuk setiap macam pekerjaan dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17. Macam-macam pekerjaan di mesin drill beserta pahatnya. (Ref 2, hal 40)

Keterangan gambar 2.17.

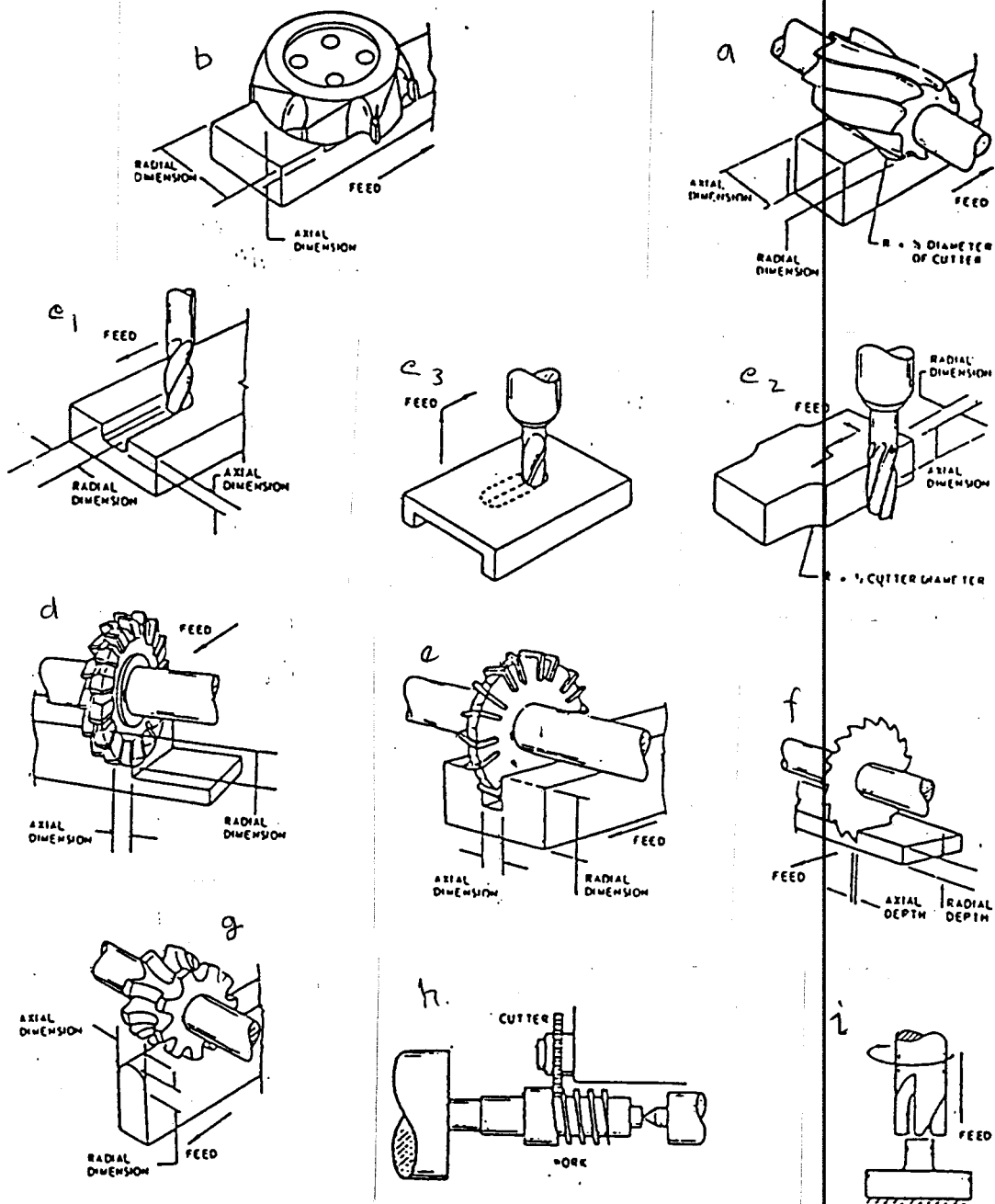
- a) Proses drilling
- b) Proses enlarging
- c) Proses core drilling
- d) Proses boring
- e) Proses counter boring and couter sinkling (untuk membuat alur kepala baut)
- f) Proses reaming (penghalusan permukaan)
- g) Proses burnishing (penggilapan/penghalusan)
- h) Proses tapping (membuat ulir dalam)
- i) Proses spot facing (penghalusan pada tempat-tempat tertentu)
- j) Proses sheet metal trepanning
- k) Proses recessing.

2.4.3. Mesin Freis

Macam-macam pekerjaan yang dapat dikerjakan di mesin freis dan jenis alat potong (cutting tool) yang digunakan untuk setiap macam pekerjaan dapat dilihat pada gambar 2.18.a sampai dengan 2.19.i.

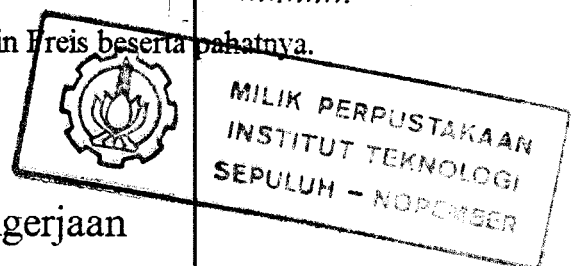
Keterangan gambar 2.18.

- a. Freis selubung (slab milling)
- b. Freis muka (face milling)
- c. Freis ujung (end milling)
 - 1. membuat alur
 - 2. membuat sisi profil
 - 3. membuat lubang alur
- d. Freis sisi (side milling)
- e. Freis alur (sloting)
- f. Pemotongan (sawing)
- g. Freis bentuk (form milling)
- h. Freis ulir (thread milling)
- i. Freis inti (hollow milling)



Gambar 2.18. Macam-macam pekerjaan di mesin Frais beserta pahatnya.

(ref. 3 hal. 13)



2.5. Pokok-Pokok Perhitungan Proses Pengerjaan

2.5.1. Waktu pengerjaan

Waktu pengerjaan adalah waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan benda kerja dari proses pengerjaan secara keseluruhan, waktu pengerjaan ini tidak bisa ditentukan secara pasti mengingat masih terdapatnya elemen-elemen waktu yang tidak

bisa dihitung secara matematis dan selalu harus dihitung secara estimasi/pendekatan dengan jalan mengadakan time study. Perumusan dari waktu pengerjaan (ref. 3 hal. 301) adalah :

$$t_o = t_m + t_n + t_{th} \quad (2.20)$$

dimana :

t_o = actual operation time

t_m = actual machining time

t_n = work piece handling time

t_{th} = tool handling time per work piece

Atau lebih kompleknya ada perumusan lain yaitu :

$$t_t = t_m + t_s \quad (2.21)$$

dimana :

t_t = waktu pengerjaan (menit)

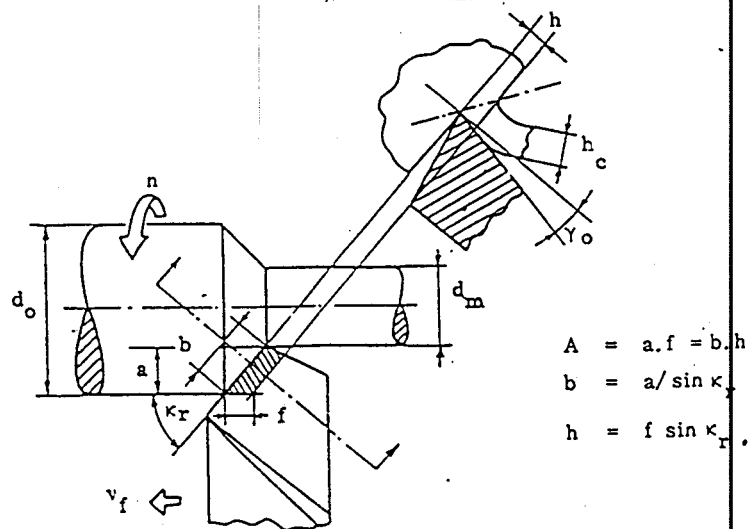
t_m = waktu pembentukan/machining time (menit)

t_s = waktu setting, yang dalam hal ini meliputi :

- waktu persiapan pengerjaan
- waktu mengambil, memasang benda kerja
- waktu mengambil, memasang pahat
- waktu menghidupkan dan mematikan mesin

2.5.2. Machining time

Waktu ini adalah salah satu elemen waktu yang dapat ditentukan secara matematis terutama pada pembentukan perautan dengan mesin.

Proses membubut (turning)

Gambar 2.19. Proses Membubut (Ref 2, hal 18)

Elemen dasar proses membubut dapat diketahui atau dihitung dengan menggunakan rumus yang dapat diturunkan dengan memperhatikan Gambar 2.19 (ref. 3 hal. 18 - 19)

Kondisi pemotongan ditentukan sebagai berikut :

Benda kerja : d_o = diameter awal (mm)

d_m = diameter akhir (mm)

L = panjang pemotongan (mm)

Pahat : κ_r = sudut pemotongan (o)

γ_o = sudut geram (o)

Mesin bubut : a = kedalaman pemotongan (mm)

$a = (d_o - d_m) / 2$

f = gerak pemakanan (mm/rev)

n = putaran poros utama/spindel (rpm)

Elemen dasar dapat dihitung dengan rumus-rumus sebagai berikut :

1. Kecepatan potong (V)

$$V = \frac{n \cdot d \cdot \pi}{1000} \quad (\text{m/min}) \quad (2.22)$$

dimana :

d = diameter rata-rata

$$d = (d_u + d_m) / 2 \quad (\text{mm})$$

2. Kecepatan makan (V_f)

$$V_f = f \cdot n \quad (\text{mm/min}) \quad (2.23)$$

3. Luas penampang geram sebelum terpotong (A)

$$A = f \cdot a \quad (\text{mm}^2) \quad (2.24)$$

4. Volume Geram yang teraut/terpotong permenit (Z)

$$Z = A \cdot V \quad (\text{mm}^3/\text{min}) \quad (2.25)$$

$$Z = f \cdot a \cdot V \quad (\text{mm}^3/\text{min}) \quad (2.26)$$

$$Z = f \cdot a \cdot n \cdot d \cdot n \quad (\text{mm}^3/\text{min}) \quad (2.27)$$

5. Waktu perautan/pemotongan (t_e)

$$t_e = L_t / V_f \quad (\text{min}) \quad (2.28)$$

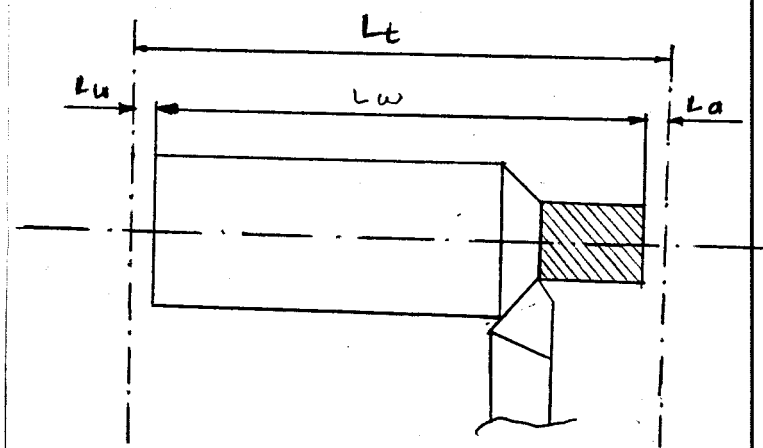
$$t_c = \frac{L_t}{f \cdot n} \quad (\text{min}) \quad (2.29)$$

dimana :

L_t : Panjang pemotongan/perautan atau jarak yang ditempuh pahat (mm) yang dalam hal ini sudah termasuk kelebihan saat bergerak dan saat sesudah proses yang diinginkan.

Untuk lebih jelasnya bisa dilihat dalam Gambar (2.20).

$$L_t = L_w + L_a + L_u \quad (\text{mm}) \quad (2.30)$$



Gambar 2.20. Panjang yang ditempuh oleh pahat. (ref 1 hal 45)

6. Waktu pemotongan per produk (T_m)

$$T_m = t_{c.i} \text{ (min)} \quad (2.31)$$

dimana :

i = Jumlah langkah perautan/pemotongan (number of cut)

Pada gambar 2.19 diperlihatkan sudut potong utama (Kr.principal cutting edge angle) yaitu merupakan sudut antara mata potong mayor (S, mayor cutting edge) dengan arah kecepatan makan (V_f), besarnya sudut tersebut ditentukan oleh geometri pahat dan cara pemasangan pahat pada mesin perkakas (orientasi pemasangan). Untuk harga a dan f yang tetap maka sudut ini menentukan besarnya lebar pemotongan (b , width of cut) dan tebal geram sebelum terpotong (h , under formed chip thickness) sebagai berikut :

7. Lebar pemotongan (b)

$$b = \frac{a}{\sin Kr} \quad (\text{mm}) \quad (2.32)$$

8. Tebal geram sebelum terpotong (h)

$$h = f \sin Kr \text{ (mm)} \quad (2.33)$$

Dengan demikian luas penampang geram sebelum terpotong dapat ditulis sebagai berikut

$$A = f \cdot a = b \cdot h \quad (\text{mm}^2) \quad (2.34)$$

Tebal geram sebelum terpotong (h) belum tentu sama dengan tebal geram sesudah terpotong hal ini antara lain dipengaruhi oleh sudut geram, kecepatan potong dan material benda kerja.

2. Proses Mengefresis (Milling)

Elemen-elemen dasar pada proses mengefresis dapat ditentukan dengan memperhatikan Gambar 2.21. Dalam hal ini rumus yang digunakan berlaku bagi kedua cara mengefresis, mengefresis tegak atau mengefresis datar (ref. 3 hal. 26 -27).

Benda kerja : W = lebar pemotongan benda kerja (mm)

l_w = panjang pemotongan (mm)

a = kedalaman pemotongan (mm)

Pahat Freis : d = diameter luar (mm)

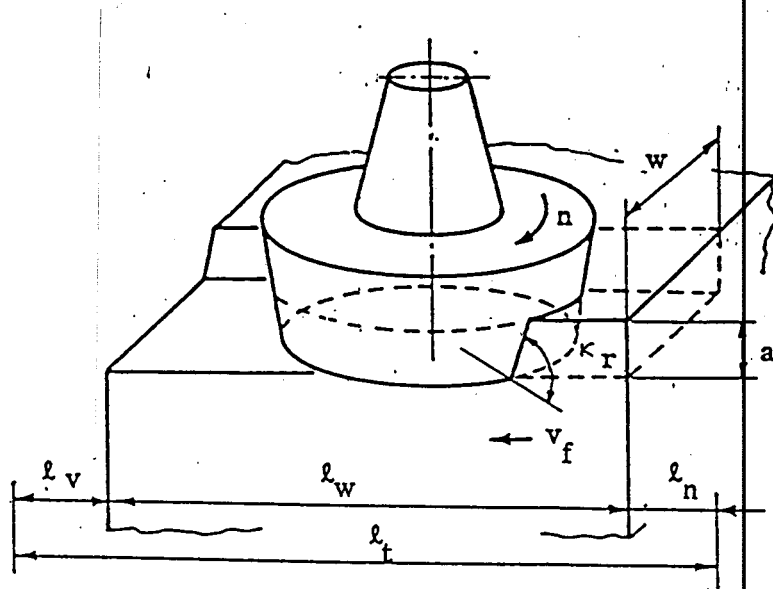
Z = jumlah gigi (buah)

Kr = sudut potong utama (o)

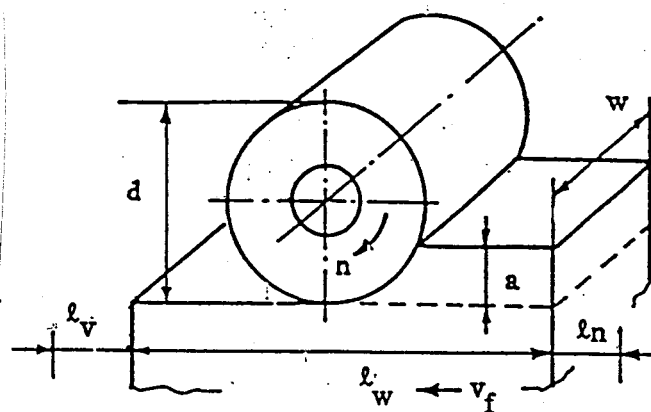
ϕ
 $= 90^\circ$ untuk pahat freis selubung

Mesin Freis : n = putaran poros utama (rpm)

V_f = kecepatan makan



Gambar 2.21a. Mengefreis tegak (ref. 3 hal. 27)



Gambar 2.21.b. Mengefreis datar (ref. 3 hal. 27)

Elemen dasar proses mengefreis sebagai berikut :

1) Kecepatan potong

$$V = \frac{n \cdot d \cdot n}{1000} \quad (\text{m/min}) \quad (2.35)$$

2) Gerak makan pergigi

$$F_z = \frac{V_f}{Z \cdot n} \quad (\text{mm/gigi}) \quad (2.36)$$

3) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \quad (\text{min}) \quad (2.37)$$

dimana :

$$l_t = l_v + l_w + l_n$$

$$l_v \geq \sqrt{a(d-a)} \quad \text{untuk mengefreis datar}$$

$$l_v \geq 0 \quad \text{untuk mengefreis tegak}$$

$$l_n \geq 0 \quad \text{untuk mengefreis datar}$$

$$l_n \approx d/2 \quad \text{untuk mengefreis tegak}$$

4) Kecepatan penghasilan geram

$$Z = \frac{V_f \cdot a \cdot w}{1000} \quad (\text{Cm}^3 / \text{min}) \quad (2.38)$$

3. Proses menggurdi (Drilling)

Dari Gambar 2.22 dapat diturunkan rumus untuk beberapa elemen pada proses menggurdi (ref.3 hal. 22 - 23):

Benda kerja : l_w = panjang pemotongan benda kerja (mm)

Pahat : d = diameter Gurdi (mm)

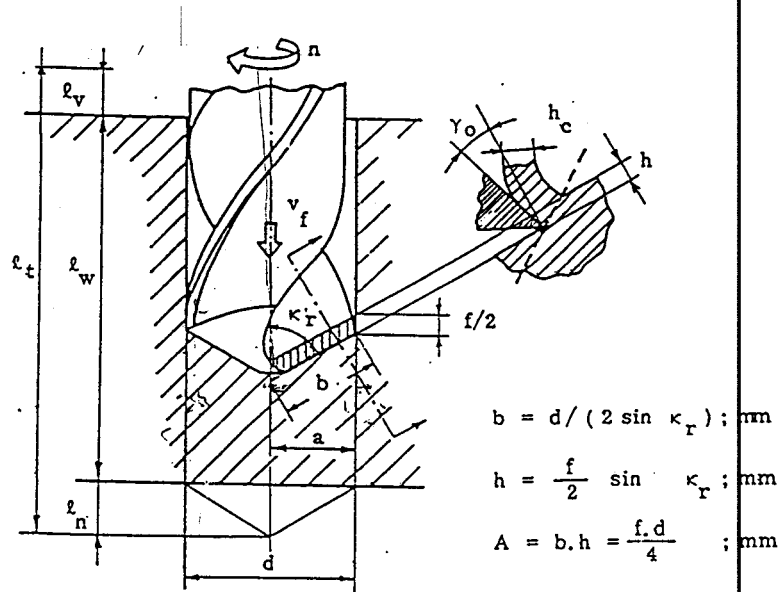
K_r = sudut potong utama (°)

= 1/2 sudut ujung (point angle)

γ = sudut geram

Mesin Gurdi : n = putaran poros utama (r/min)

V_f = kecepatan makan (mm/min)



Gambar 2.22. Proses Menggurdi (Ref 3 hal. 23)

Elemen dari proses menggurdi :

1. Kecepatan potong (V)

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (\text{m/min}) \quad (2.39)$$

2. Gerak makan (f)

$$f = Vf/n \quad (\text{mm/r}) \quad (2.40)$$

- ### 3. Kedalaman potong (a)

$$a = d/2 \quad (\text{mm}) \quad (2.41)$$

4. Waktu pemotongan (t_c)

$$t_c = l_t/V_f \quad (\text{min}) \quad (2.42)$$

dimana :

$$l_t = l_v + l_w + l_n \quad (\text{mm})$$

$$l_n \geq (d/2) / \tan K_r$$

5. Kecepatan penghasilan geram (Z)

$$Z = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot V_f}{4 \cdot 1000} \quad \text{Cm}^3 / \text{min} \quad (2.43)$$

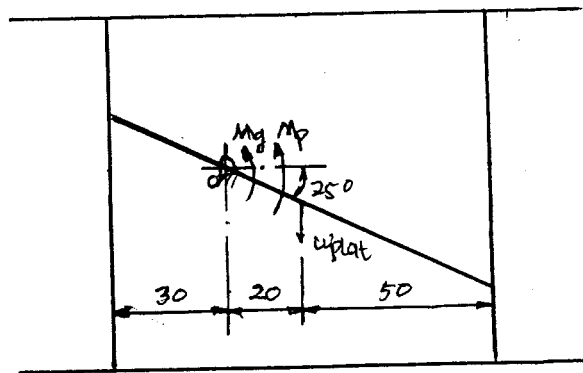
2.5.3. Waktu Pembentukan Tanpa Perautan

Waktu pembentukan ini didalam penentuan pelaksanaannya sangat tergantung pada kemampuan operator (untuk mesin yang bukan otomatis). Oleh karena itu kesulitan utama dalam penentuan waktu pembentukan ini adalah penentuan kecepatan perator, sehingga untuk mendekati benar dilakukan time study.

BAB III

PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN CHECK VALVE

3.1. Perhitungan momen pegas ulir puntir/helical torsion spring (Mp) sebelum terbebani semen



Gambar 3.1. Analisa gaya pada check valve

$$\sum M_o = 0$$

$$M_g + M_p - W_{plat} \cdot 20 \text{ mm} = 0$$

(3.1)

$$M_p = W_{plat} \cdot 20 \text{ mm} - M_g$$

dimana

$$\Rightarrow W_{plat} = V \cdot \gamma$$

$$= p \cdot l \cdot t \cdot \gamma$$

$$= (110 \text{ mm} \times 99 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}) \cdot 10^{-9} \times 7854 \text{ Kg/m}^3$$

$$= 0,257 \text{ Kg}$$

$$= 0,3 \text{ Kg}$$

$$\Rightarrow M_g = F \cdot r \cdot \eta$$

(3.3)

$$= W_{plat} \cdot r \cdot \eta$$

$$r = \text{jari-jari poros} = 4 \text{ mm}$$

$$\eta = \text{Koefisien gesekan antara besi dengan teflon (0,04} \rightarrow \text{lampiran 1)}$$

$$\Rightarrow M_g = 0,3 \text{ Kg} \times 4 \text{ mm} \times 0,04$$

$$= 0,048 \text{ Kg mm}$$

jadi

$$\Rightarrow M_p = 0,3 \text{ Kg} \times 20 \text{ mm} - 0,048 \text{ Kg mm}$$

$$= 5,952 \text{ Kg mm}$$

3.2. Perhitungan Sudut Defleksi/Simpangan (θ) pegas ulir puntir saat pemasangan

$$(\theta) = (M.I) / (I.E) \quad (3.4)$$

dimana

$$\Rightarrow I = \pi \cdot D \cdot n$$

$$\Rightarrow I = (\pi \cdot d^4) / 64 \quad (\text{penampang lingkaran})$$

maka

$$\theta = \{64 (M \cdot \pi \cdot D \cdot n)\} / (d^4 \cdot \pi \cdot E)$$

$$\theta = \{64 M \cdot D \cdot n\} / (d^4 \cdot E)$$

dimana :

M = M_p = momen pegas (5,952 Kg mm)

D = Diameter lilitan (15 mm)

n = Jumlah lilitan (13 buah)

d = Diameter kawat pegas (1 mm)

E = Modulus elastis material pegas (steel)

$$= 30 \cdot 10^6 \text{ psi} \quad (\text{lampiran 2})$$

$$= 30 \cdot 10^6 \times 6895 \text{ N/m}^2$$

$$= 2,0685 \cdot 10^{11} : (9,8 \cdot 10^{-6}) \text{ Kg/mm}^2$$

$$= 21\,107,14 \text{ Kg/mm}^2$$

jadi

$$\theta = \frac{64 \times (5,952 \text{ Kg mm}) \times (15 \text{ mm}) \times (13)}{(1 \text{ mm})^4 \times (21.107,14 \text{ Kg/mm})^2}$$

$$\theta = 3,52 \text{ rad}$$

$$\theta = 3,52 \times 57,14^\circ$$

$$\theta = 201,1328^\circ \approx 201^\circ$$

3.3. Perhitungan tegangan lentur pada pegas puntir

$$\sigma = \frac{k \cdot M \cdot c}{I} \quad (3.5)$$

dimana :

k = adalah faktor pemusatan tegangan wahl yang secara analitis telah menemukan harga-harga sebagai berikut (ref. 4 hal 32)

$$\Rightarrow k_i = \frac{4 C^2 - C - 1}{4 C (C - 1)} \quad (\text{untuk serat sebelah dalam dari gulungan})$$

$$\Rightarrow k_o = \frac{4 C^2 + C - 1}{4 C (C + 1)} \quad (\text{untuk serat sebelah luar dari gulungan})$$

$$\Rightarrow C = \frac{D - d}{d}$$

D = diameter lilitan kawat (15 mm)

d = diameter kawat pegas (1 mm)

$$\Rightarrow C = \frac{15 - 1}{1} = 14$$

$$\Rightarrow k_i = \frac{4 (14)^2 - (14) - 1}{4 (14) (14 - 1)} = 1.06$$

$$\Rightarrow k_o = \frac{4 (14)^2 + (14) - 1}{4 (14) (14 + 1)} = 0.95$$

karena harga k_i lebih besar dari harga k_o maka tegangan kritis terbesar terjadi pada sebelah dalam dari gulungan.

M = momen bending (5,952 Kg mm)

I/c = modulus penampang kawat $(\pi \cdot [d]^3 / 32)$

sehingga :

$$\sigma = \frac{32 \cdot k_i \cdot M}{\pi \cdot d^3}$$

$$\sigma = \frac{32 \cdot (1,06) \cdot (5,952 \text{ Kg mm})}{\pi \cdot (1 \text{ mm})^3}$$

$$\sigma = 64,26 \text{ Kg/mm}^2 = S_y$$

$$S_y = 0,75 S_{ut} \Rightarrow S_{ut} = S_y / 0,75$$

$$= 64,26 / 0,75 \text{ Kg/mm}^2$$

$$= 85,68 \text{ Kg/mm}^2$$

$$S_{ut} = 85,68 \cdot (9,8 / 10^{-6}) \text{ N/m}^2$$

$$S_{ut} = 839,664 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

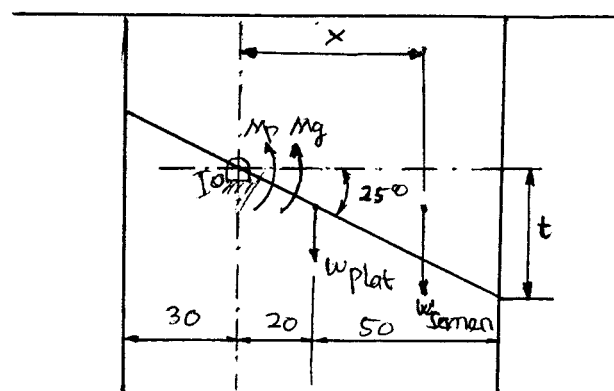
$$S_{ut} = 839,664 \cdot 10^6 / 6895 \text{ Psi}$$

$$S_{ut} = 121778,6802 \text{ Psi}$$

$$S_{yt} = 121,78 \text{ KPsi}$$

Dari hasil perhitungan $S_{ut} = 121,78 \text{ KPsi}$ maka untuk material pegas ulir puntir ini diambil ASTM A 220 - 47 dengan $S_{ut} = 115.000 - 200.000 \text{ Psi}$ (lampiran 3).

3.4 Perhitungan percepatan sudut (α) pada saat plat katup terbebani semen



Gambar 3.2 Analisa gaya yang bekerja pada plat katup saat terbebani semen

$$\sum M_o = I_o \cdot \alpha$$

$$-(M_p) - (M_g) + (W_{\text{plat}} \cdot 20 \text{ mm}) + (W_{\text{semen}} \cdot X) = I_o \cdot \alpha$$

dimana :

M_p = momen pegas saat pemasangan / belum dibebani semen = 5,952 Kg mm

M_g = momen gesekan antara teflon dengan poros = 0,048 Kg mm

W_{plat} = berat plat = 0,3 Kg

X = jarak antara titik pusat berat semen dengan sumbu poros

I_o = momen inersia massa plat dan semen

α = percepatan sudut terbukanya plat katup saat dibebani semen

jadi :

$$\frac{\{ -(5,952) - (0,048) + (0,3 \cdot 20) \} \text{ Kg mm} + W_{\text{semen}} \cdot X}{I_o} = \alpha$$

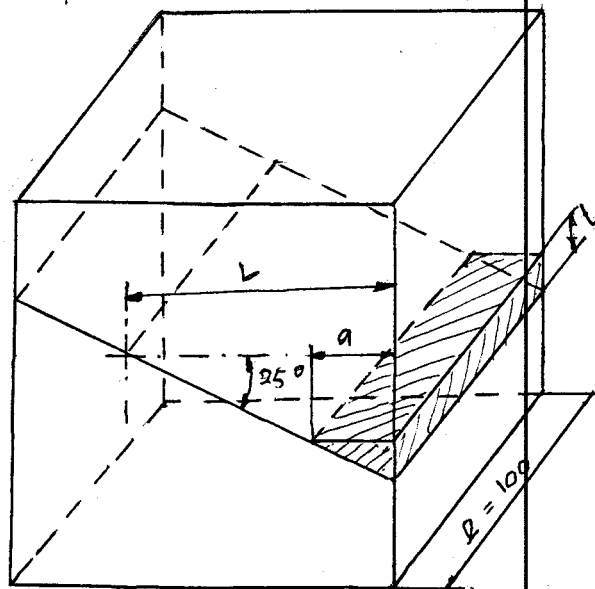
$$\alpha = \frac{W_{\text{semen}} \cdot X + 0}{I_o}$$

$$\alpha = \frac{W_{\text{semen}} \cdot X}{I_o}$$

jadi percepatan sudut (α) terbukanya plat katup tergantung pada berat semen (W_{semen}) yang membebani plat katup dan jarak (X) antara titik pusat berat semen dengan sumbu poros serta momen inersia massa (I_o) plat katup dan semen

dimana :

$$\begin{aligned} * W_{\text{semen}} &= V \cdot \gamma_{\text{semen}} \\ &= 1/2 \cdot a \cdot t \cdot \gamma_{\text{semen}} \end{aligned}$$



Gambar 3.3. Sket penampang volume semen

$$\text{tg } 25^\circ = t / a \quad \Rightarrow \quad a = t / \text{tg } 25^\circ$$

$$\Rightarrow l = 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \gamma_{\text{semen}} = 94 \text{ lbs / ft}^3$$

$$= \frac{94 \times 0,4536 \text{ Kg}}{(0,3048)^3 \text{ m}^3} = 1.505,76 \text{ Kg / m}^3 = 1,51 \cdot 10^{-6} \text{ Kg / mm}^3$$

$$W_{\text{semen}} = 1/2 (t / \text{tg } 25^\circ) (t) (100) (1,51 \cdot 10^{-6}) \text{ Kg}$$

$$W_{\text{semen}} = 1,61 \cdot 10^{-4} \cdot (t)^2 \text{ Kg}$$

tabel 3.1. Besar berat semen terhadap perubahan ketinggian semen

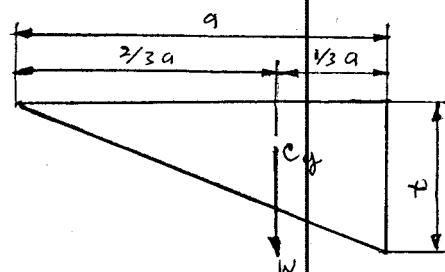
t (mm)	t ² (mm ²)	W semen = $1,61 \cdot 10^{-4} \cdot t^2$ Kg
0	0	0
4	16	0,002576
8	64	0,010
12	144	0,023
16	256	0,041
20	400	0,064
24	576	0,093
28	784	0,126
32	1024	0,165
36	1296	0,209
40	1600	0,258

$$* X = L - 1/3 a$$

$$= L - 1/3 (t / \tan 25^\circ)$$

$$= L - 0,715 t$$

$$= 70 - 0,715 t$$

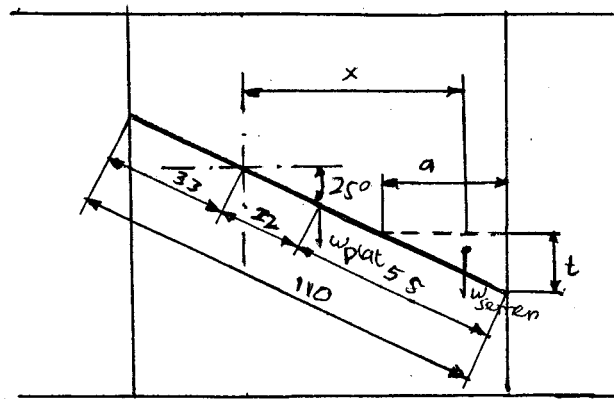


Gambar 3.4. titik berat segi tiga

tabel 3.2. Jarak antara titik pusat berat semen dengan poros terhadap perubahan ketinggian semen

t (mm)	$0,715 \cdot t$ (mm)	$X = 70 - 0,715 \cdot t$ (mm)
0	0,00	70,00
4	2,86	67,14
8	5,72	64,28
12	8,58	61,42
16	11,44	58,56
20	14,30	55,70
24	17,16	52,84
28	20,02	49,98
32	22,88	47,12
36	25,74	44,26
40	28,60	41,40

$$* I_o = I_o \text{ plat} + I_o \text{ semen}$$



Gambar 3.5. sket gaya momen inersia massa plat dan semen

dimana :

$$\Rightarrow I_o \text{ plat} = I_c + (I_1) (W_{\text{plat}} / g)$$

I_c = momen inersia massa plat dititik berat plat

$$= (w_{\text{plat}} / g) \cdot (l / 12)$$

l = panjang plat (110 mm = 0,11 m)

I_1 = jarak antara titik pusat berat plat dengan sumbu poros (22 mm = 0,022 m)

W_{plat} = berat plat (0,3 Kg)

g = gaya gravitasi bumi (9,8 m/det²)

$$\begin{aligned} I_o \text{ plat} &= (l/12) \cdot (W_{\text{plat}} / g) + (I_1) \cdot (W_{\text{plat}} / g) \\ &= \{ (l/12) + (I_1) \} (W_{\text{plat}} / g) \\ &= \{ (0,11/12) + (0,022) \} \text{ m } (0,3 \text{ Kg} / 9,8 \text{ m/det}^2) \\ &= 4,568 \cdot 10^{-5} \text{ Kg m det}^2 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow I_o \text{ semen} = I_B + (X)^2 \cdot (W_{\text{semen}} / g)$$

I_B = Momen inersia massa semen dititik pusat berat semen

$$= (1 / 18) \cdot (W_{\text{semen}} / g) \cdot (a)^2$$

W_{semen} = berat semen (Kg)

g = Gaya grafitasi bumi ($9,8 \text{ m/det}^2$)

a = panjang alas segi tiga

$$= (t / \tan 25^\circ) \text{ mm}$$

X = jarak antara titik pusat berat semen dengan sumbu poros (mm)

jadi :

$$I_o \text{ semen} = (W_{\text{semen}} / g) \cdot (1 / 18) \cdot (a)^2 + (X)^2 \cdot (W_{\text{semen}} / g)$$

$$I_o \text{ semen} = \{ (a^2 / 18) + (X)^2 \} (W_{\text{semen}} / g)$$

tabel 3.3. Besar momen inersia massa semen terhadap perubahan ketinggian semen

t (mm)	W_{semen} (Kg)	X (mm)	a (mm)	$(X)^2$ (mm) ²	$(a)^2$ (mm) ²	$I_o \text{ semen}$ (Kg mm det ²)
0	0	70.00	0	4900.00	0	0
4	0.003	67.14	8.58	4507.78	73.62	1.19
8	0.010	64.28	17.16	4131.92	294.47	4.23
12	0.023	61.42	25.73	3772.42	662.03	8.94
16	0.041	58.56	34.31	3429.27	1177.18	14.62
24	0.064	55.70	42.89	3102.49	1839.55	20.93
24	0.093	52.84	51.47	2792.07	2649.16	27.89
28	0.126	49.98	60.05	2498.00	3606.00	34.68
32	0.165	47.12	68.62	2220.29	4708.70	41.79
36	0.209	44.26	77.20	1958.95	5959.84	48.84
40	0.258	41.40	85.78	1713.96	7358.21	55.89

dengan demikian maka :

$$\alpha = (W_{\text{semen}} \cdot X) / I_o$$

$$= (W_{\text{semen}} \cdot X) / (I_o \text{ plat} + I_o \text{ semen})$$

tabel 3.4. Besar percepatan sudut plat katup terhadap perubahan ketinggian semen

t (mm)	Wsemen (Kg)	X (mm)	(W * X) (Kg mm)	I _o plat (Kg mm det) ²	I _o semen (Kg mm det) ² -3 (10)	I _o total (Kg mm det) ² -2 (10)	α (rad/det) ²
0	0	70	0	0.0457	0	4.57	0
4	0.003	67.14	0.17		1.19	4.69	3.62
8	0.010	64.28	0.64		4.23	4.99	12.83
12	0.023	61.42	1.41		8.94	5.46	25.82
16	0.041	58.56	2.40		14.62	6.03	39.80
20	0.064	55.70	3.56		20.93	6.66	53.45
24	0.093	52.84	4.91		27.89	7.36	66.71
28	0.126	49.98	6.30		34.68	8.04	78.36
32	0.165	47.12	7.77		41.79	8.75	88.80
36	0.209	44.26	9.25		48.84	9.45	97.88
40	0.258	41.40	10.68		55.89	10.16	105.12

Dari hasil perhitungan data diatas maka besarnya percepatan sudut (α) plat katup tergantung pada banyaknya material semen yang membebani plat katup tersebut, sedangkan banyaknya material semen tergantung pada tingginya penimbunan material semen tersebut. Jadi semakin tinggi penimbunan material semen maka semakin banyak material semen yang membebani plat katup dan semakin besar percepatan sudut terbukanya plat katup.

3.5. Besar perubahan sudut defleksi pegas puntir karena adanya perubahan beban material semen.

$$\theta = \frac{64 \cdot M \cdot D \cdot n}{d \cdot E}$$

$$\theta = \frac{64 \cdot M \text{ Kg mm} \cdot (15 \text{ mm}) \cdot (13)}{(1) \text{ mm}^4 \cdot (21107,14) \text{ Kg / mm}^2}$$

$$\theta = 0,59 \text{ M rad}$$

Tabel 3.5. Besar perubahan sudut defleksi pegas ulir puntir karena adanya perubahan beban material semen.

t (mm)	Wsemen (Kg)	X (mm)	M (Kg mm)	θ (0,59 M) (rad)
0	0	70	0	0
4	0.003	67.14	0.17	2.14
8	0.010	64.28	0.64	7.57
12	0.023	61.42	1.41	15.23
16	0.041	58.56	2.40	23.48
20	0.064	55.70	3.56	31.54
24	0.093	52.84	4.91	39.36
28	0.126	49.98	6.30	46.23
32	0.165	47.12	7.77	52.39
36	0.209	44.26	9.25	57.75
40	0.258	41.40	10.68	62.02

3.6. Besar waktu yang diperlukan terhadap perubahan percepatan sudut plat katup dan perubahan sudut defleksi pegas puntir

$$\alpha = \omega / t \quad \Leftarrow \quad \omega = \theta / t$$

$$= \theta / (t)^2$$

$$(t)^2 = \theta / \alpha$$

$$(t) = \sqrt{\theta / \alpha}$$

$$= \sqrt{(0,59 \cdot M) / \alpha}$$

Tabel 3.6. Waktu yang diperlukan terhadap perubahan percepatan sudut plat katup dan perubahan sudut defleksi pegas puntir

α ² (rad / det)	θ (rad)	t ($\sqrt{\theta / \alpha}$) det
0	0	0.769
3.62	2.14	0.768
12.83	7.57	0.768
25.82	15.23	0.768
39.80	23.48	0.768
53.45	31.54	0.768
66.71	39.36	0.768
78.36	46.23	0.768
88.80	52.39	0.768
97.88	57.75	0.768
105.12	62.02	0.768

Dari hasil perhitungan dalam tabel tersebut diatas maka waktu yang diperlukan untuk perubahan percepatan sudut plat katup dan perubahan sudut defleksi pegas ulir puntir karena adanya perubahan beban material semen adalah konstan (tetap)

BAB IV

PROSES PRODUKSI

4.1. Proses Pembuatan Check Valve Desain Baru

Untuk memudahkan dan mempercepat proses pembuatan check valve ini, maka diperlukan urutan dan pengelompokan pengerjaan yang tepat dan menguntungkan. Adapun dalam pembuatan check valve ini pengerjaannya dikelompokkan menurut jenis material dari komponen check valve tersebut. Dan dalam hal ini dibagi menjadi 3 kelompok antara lain :

1. Pengerjaan jenis material plat
2. Pengerjaan jenis material batang silinder
3. Pengerjaan jenis material teflon.

4.1.1. Pengerjaan Jenis Material Plat

Plat yang digunakan dalam pembuatan komponen check valve ini tebalnya 4,5 mm dan 3 mm. Adapun komponen check valve yang terbuat dari bahan plat adalah :

1. Casing check valve
 - a. Plat casing berlubang
 - b. Plat casing
 - c. Plat flendes
2. Katup check valve

1. Proses pembuatan casing check valve

A. Flow chart proses pembuatan casing check valve

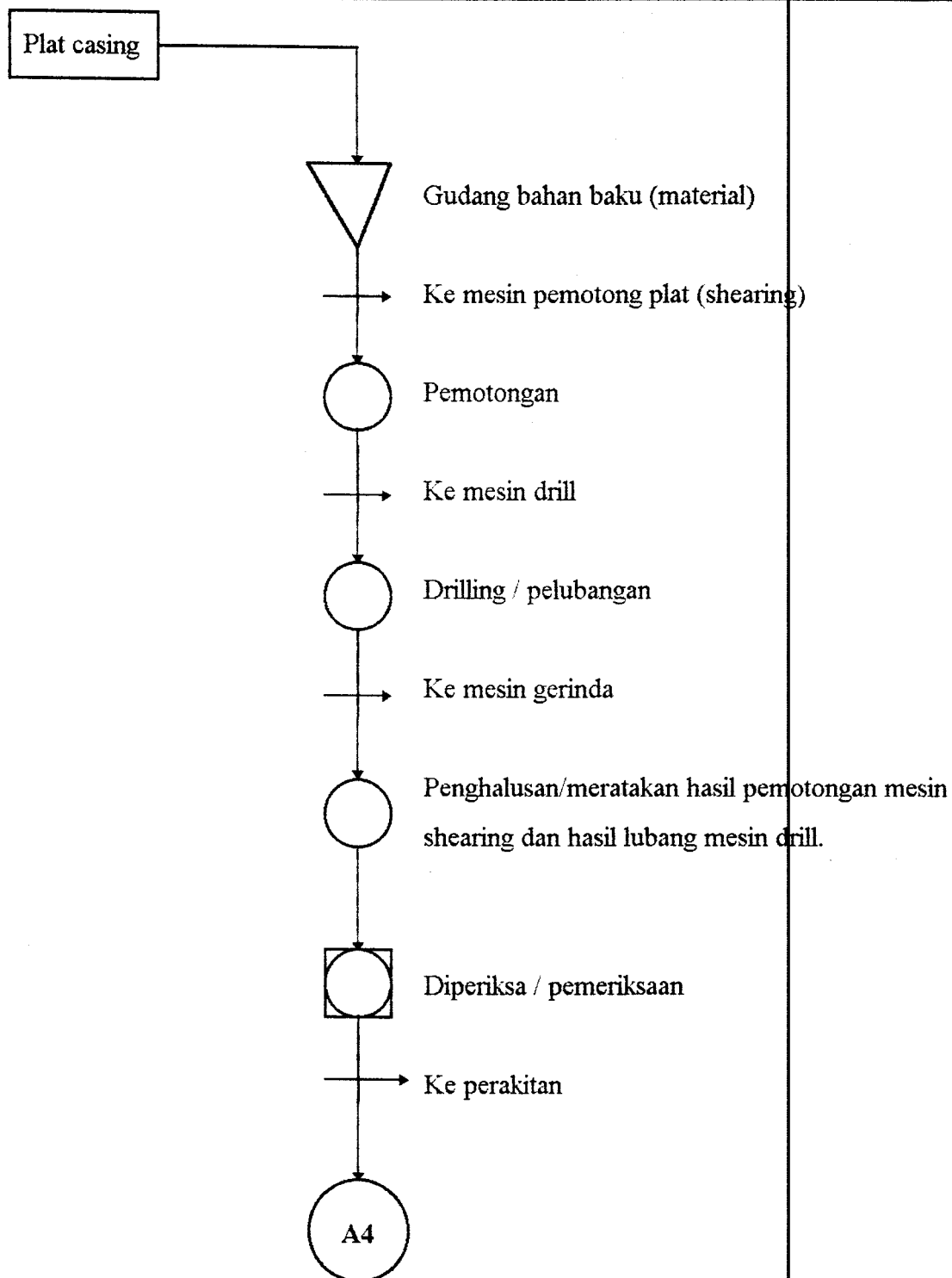
a) Nama Komp. : Plat casing berlubang

No. Komponen : 04

Bahan : Plat

Jumlah : 2 buah

Dimensi : P = 100mm, l = 90mm, t = 4,5mm



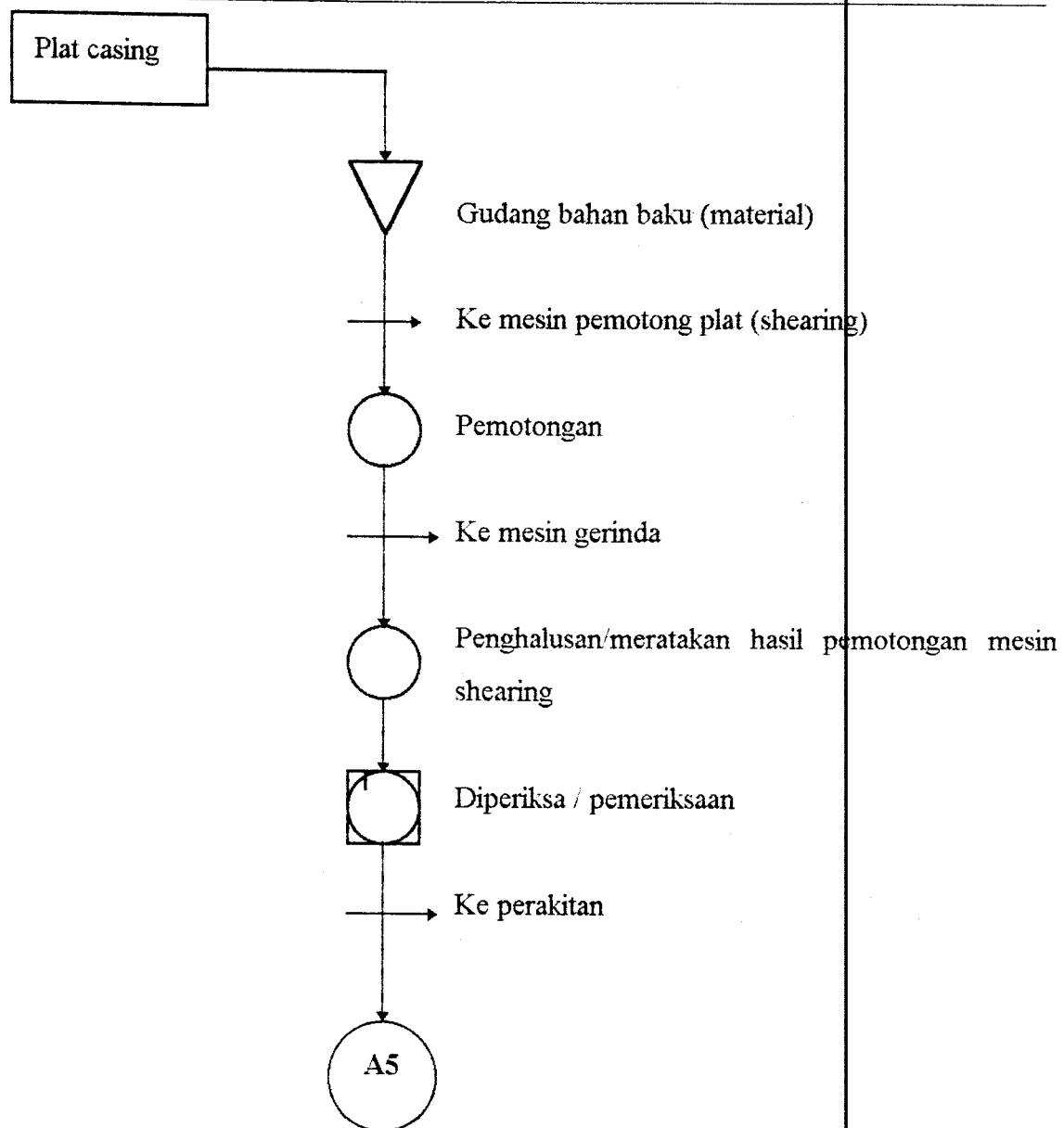
b) Nama Komp. : Plat casing

No. Komp. : 05

Bahan : Plat

Jumlah : 2 buah

Dimensi : P = 100mm, l = 90mm, t = 4,5mm



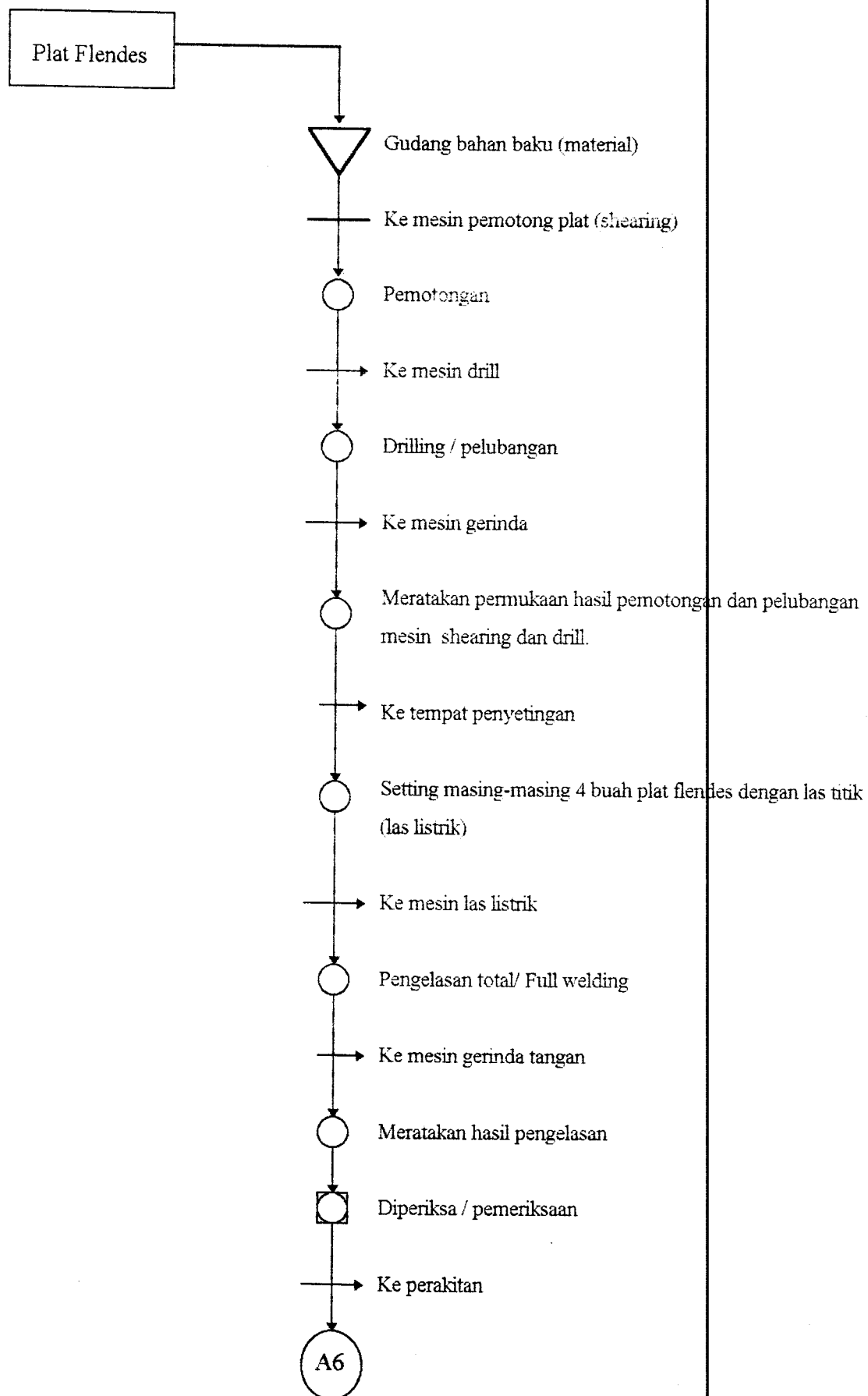
c) Nama Komp. : Plat Flendes

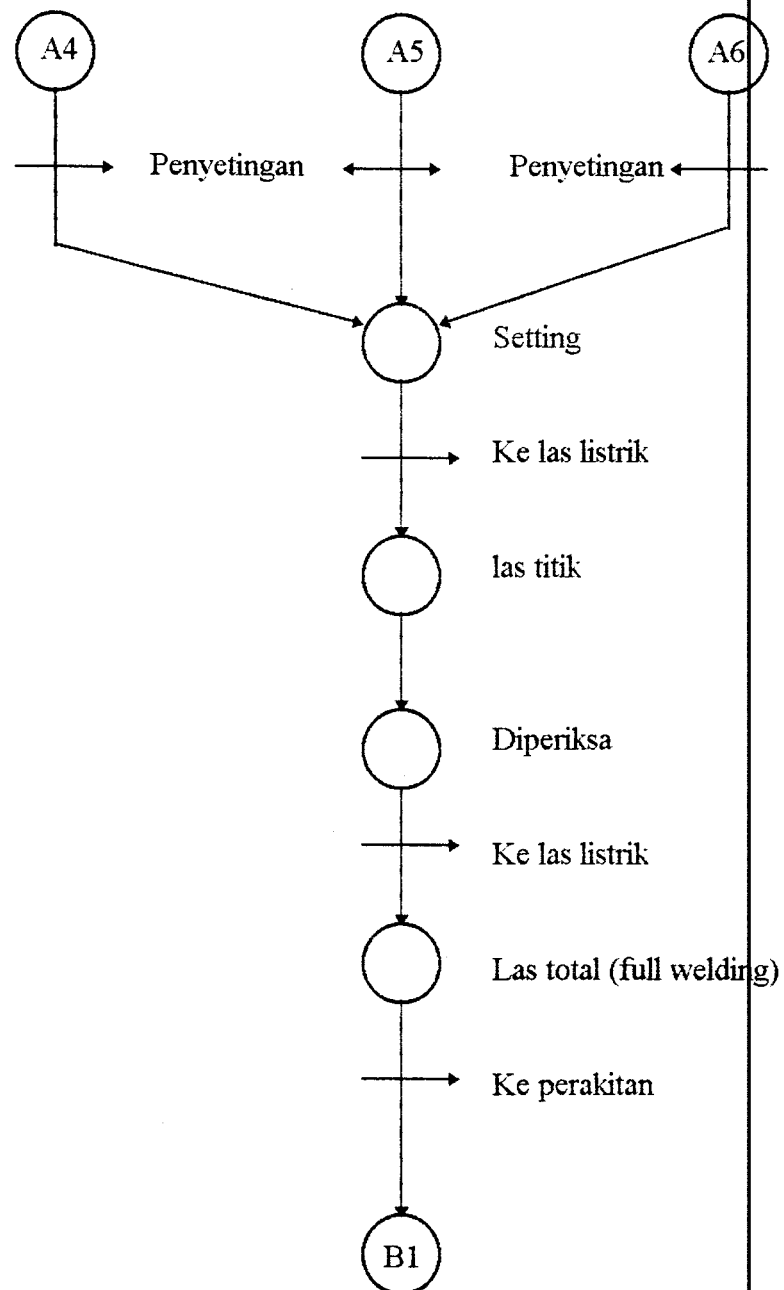
No. Komp. : 06

Bahan : Plat

Jumlah : 8 buah

Dimensi : P = 145mm, l = 35mm, t = 4,5mm

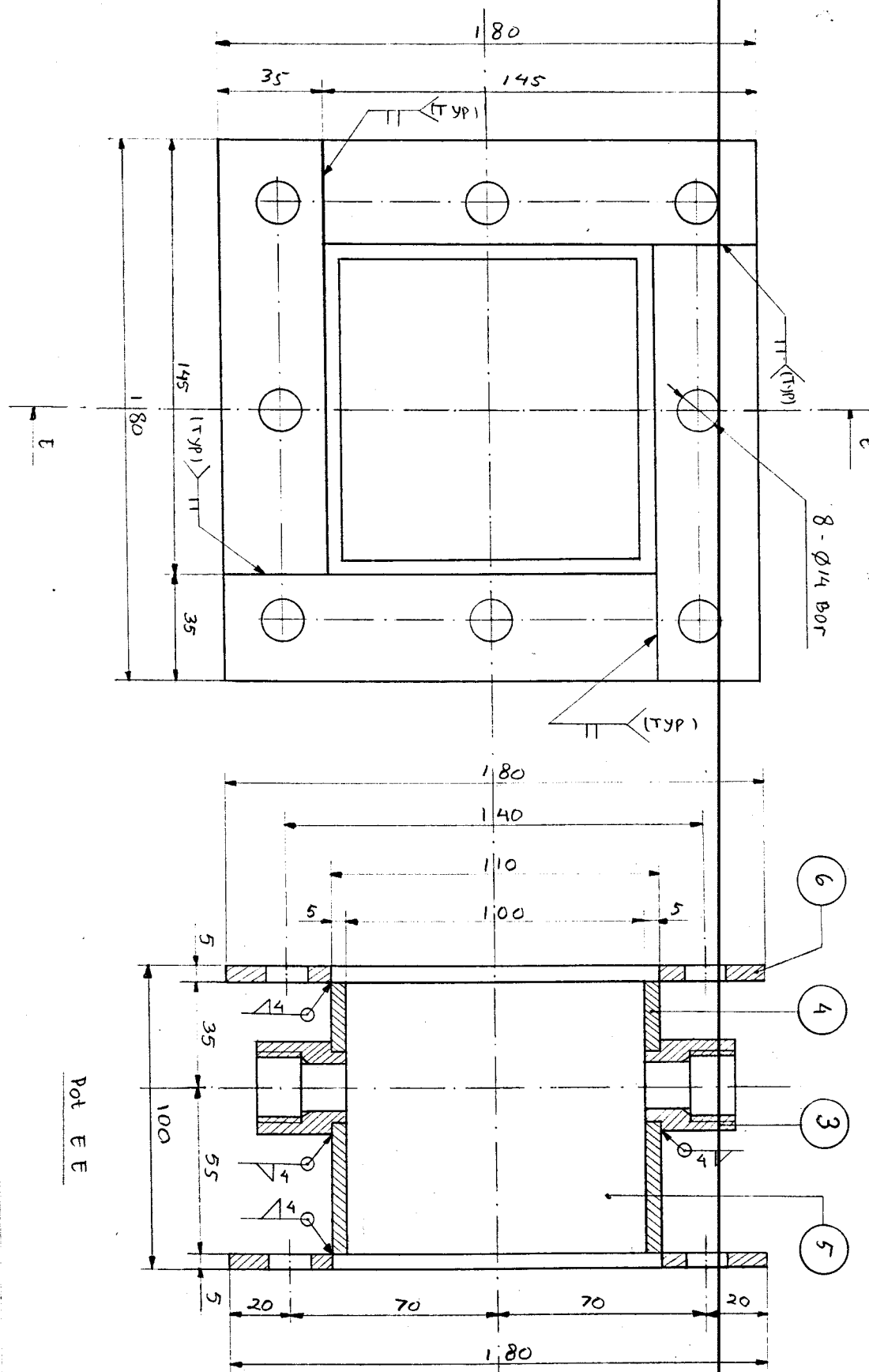


B. Flow chart proses penyetingan komponen casing check valve**Keterangan :**

A4 = Komponen no. 4 → plat casing berlubang

A5 = Komponen no. 5 → plat casing

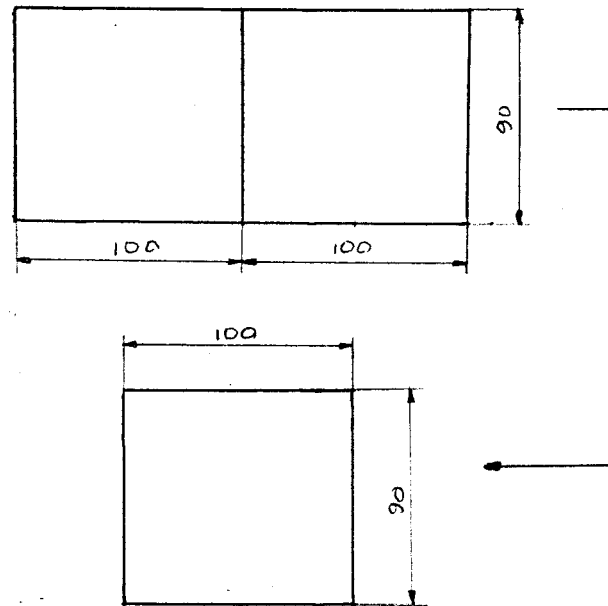
A6 = Komponen no. 6 → plat flendes



Gambar 4.1. Posisi Penyetingan Casing Check Valve

*C. Uraian proses***a) Plat casing berlubang**

⇒ Pemotongan lembaran plat dari ukuran 200 mm x 90 mm menjadi ukuran 100mm x 90mm dengan menggunakan mesin pemotong plat (shearing).



Gb. 4.2 Sket Ukuran Pemotongan Plat Casing

⇒ Meratakan permukaan hasil pemotongan mesin shearing dengan menggunakan gerinda tangan.

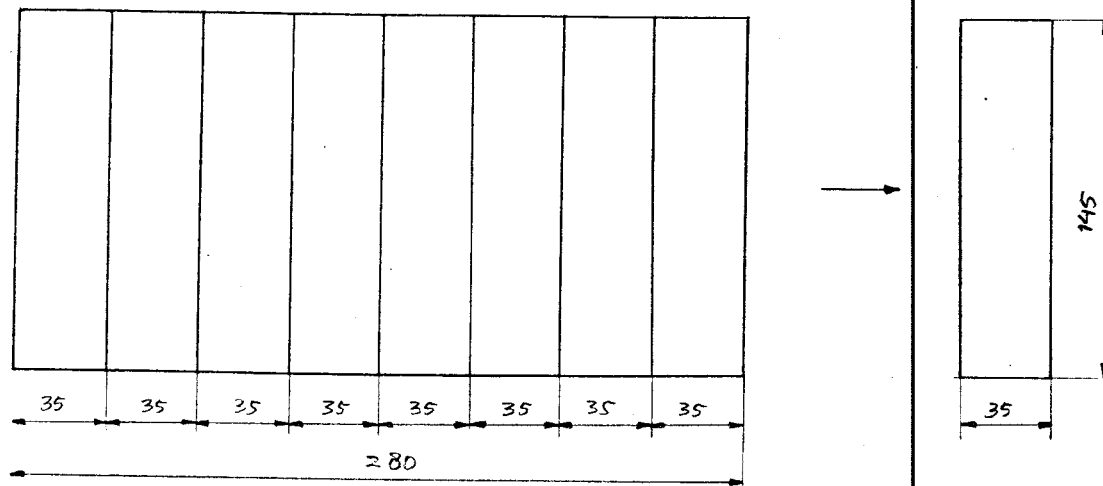
⇒ Melubangi 2 buah plat dengan diameter 25 mm, dengan menggunakan mesin drill. Adapun posisi/letak lubang bisa dilihat dalam gambar susunan

b) Plat casing

Untuk proses pembuatannya plat casing ini sama dengan proses pembuatan plat casing berlubang, hanya pada poin ke-3 yaitu proses pelubangan tidak dilakukan pada komponen plat casing ini. Sedangkan dimensi dari plat casing ini bisa dilihat pada gambar susunan

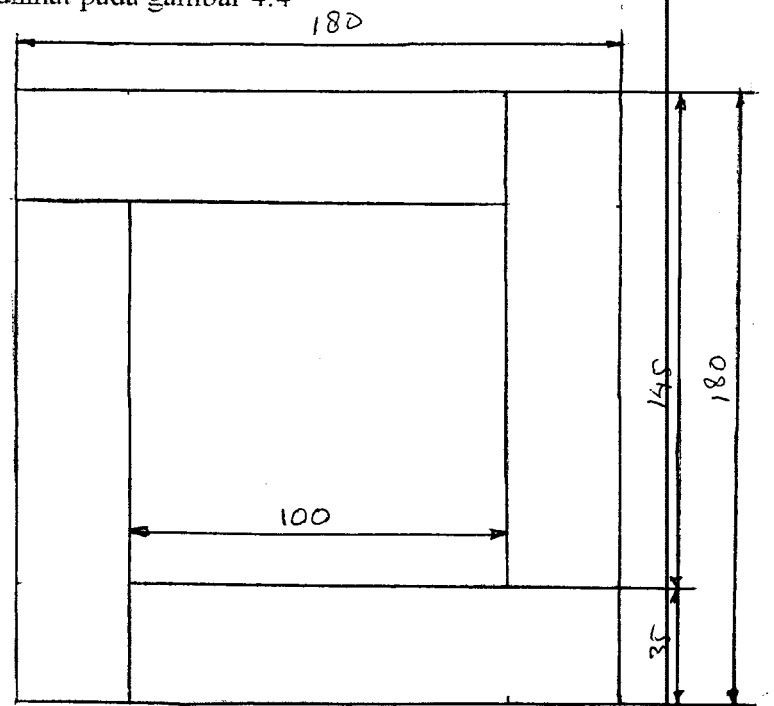
c) Plat flendes

⇒ Pemotongan lembaran plat dari ukuran 145mm x 280mm menjadi ukuran 145mm x 35mm, dengan menggunakan mesin pemotong plat (shearing)



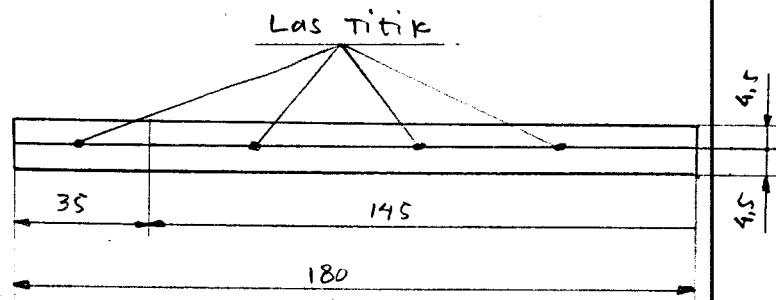
Gb. 4.3. Sket Ukuran Pemotongan Plat Flendes

- ⇒ Meratakan permukaan hasil pemotongan mesin shearing dengan menggunakan gerinda tangan.
- ⇒ Menyeting 2 flendes yang masing-masing flendes terdiri dari 4 buah plat flendes dengan menggunakan las titik. Adapun posisi setting dari empat buah plat flendes tersebut dapat dilihat pada gambar 4.4



Gb. 4.4. Sket Posisi Setting Dari 4 Plat Flendes

- ⇒ Setelah penyetingan 2 buah flendes selesai, maka dilakukan pengelasan total (full welding).
- ⇒ Setelah pengelasan 2 buah flendes selesai, maka selanjutnya kedua flendes tersebut ditumpuk menjadi satu. Kemudian di las titik. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan posisi lubang yang center antara flendes atas dengan flendes bawah, karena nantinya dilakukan pelubangan/bor pada kedua flendes tersebut.



Gb. 4.5 Sket Posisi Penumpukan Flendes

- ⇒ Melubangi 2 buah flendes dengan diameter 14 sebanyak 8 buah, dengan menggunakan mesin drill. Adapun letak dari delapan lubang tersebut, bisa dilihat pada gambar susunan.
- ⇒ Setelah proses pengeboran 2 buah flendes tersebut selesai, maka kedua flendes tersebut dipisah kembali, las titiknya dilepas dengan menggunakan gerinda tangan dan sekaligus meratakan seluruh permukaan flendes dari gram hasil bor serta meratakan kampuh las.

d) Proses penyetingan

Setelah kedua komponen (casing dan flendes) terbentuk maka dilakukan proses penggabungan/perakitan kedua komponen tersebut dengan menggunakan las titik terlebih dahulu, dengan tujuan untuk menempatkan kedua flendes tersebut pada asing dengan tepat dan benar, dan jika terjadi kesalahan kita dapat dengan mudah melepasnya dan menyetingnya kembali. Setelah kedudukan kedua flendes tersebut sudah benar baru kita mengelas total (full welding) dengan menggunakan las listrik. Adapun posisi kedudukan kedua flendes tersebut bisa dilihat pada gambar 4.1.

2. Proses pembuatan plat katup

A. Flow chart proses pembuatan plat katup

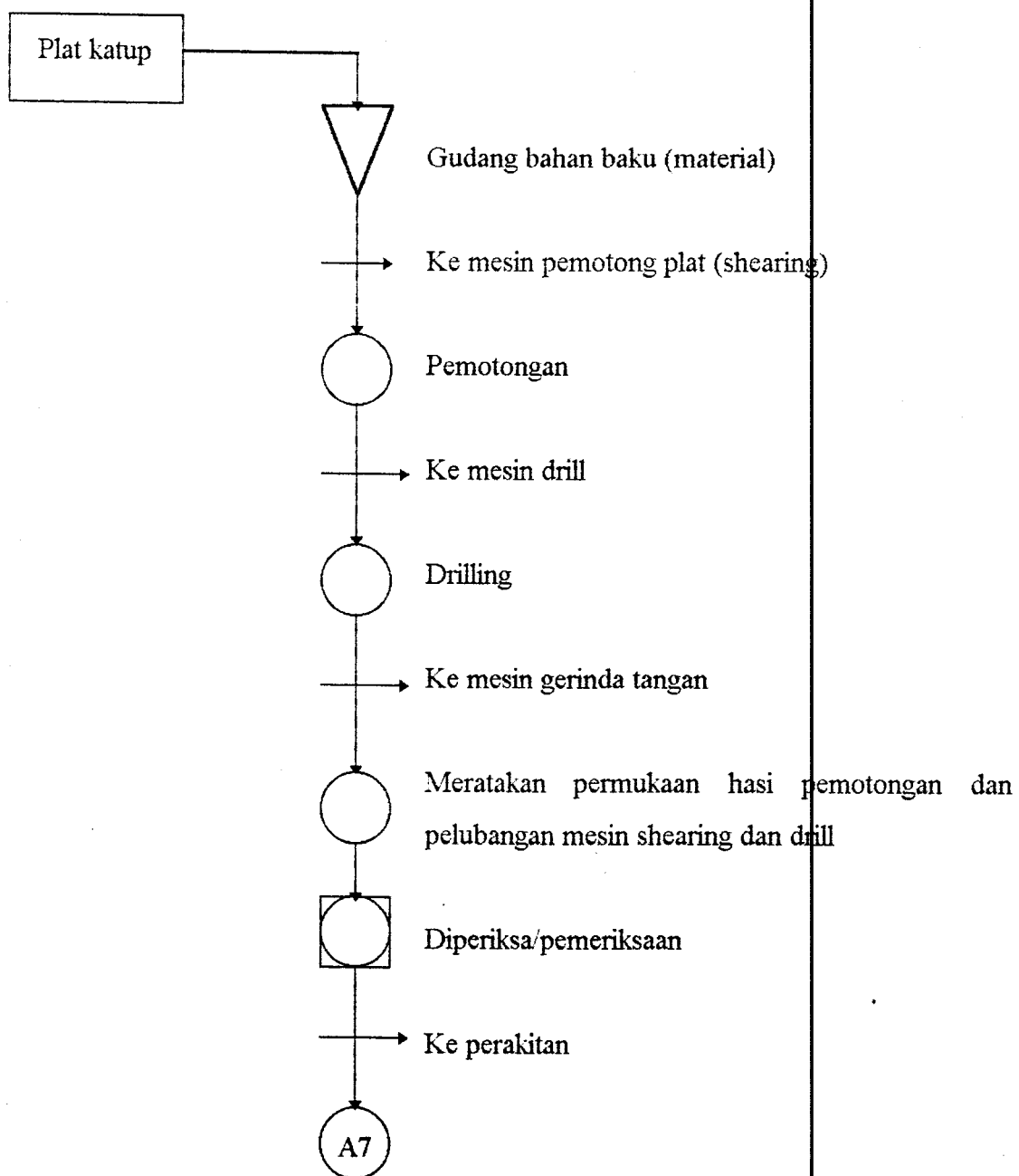
Nama Komp. : Plat katup

No.Komp. : 07

Bahan : plat

Jumlah : 1 buah

Dimensi : P = 110mm, l = 99mm, t = 3 mm



B. Uraian Proses

- ⇒ Pemotongan lembaran plat dengan ukuran 100 mm x 99 mm dengan menggunakan mesin shearing.
- ⇒ Meratakan permukaan hasil pemotongan mesin shearing dengan menggunakan gerinda tangan.
- ⇒ Melubangi plat dengan diameter 6 mm (untuk lubang baut) dengan menggunakan mesin drill. Sedangkan posisi letak lubang bisa dilihat pada gambar susunan

4.1.2. Pengerjaan Jenis Material Batang Silinder

Batang silinder yang digunakan dalam pembuatan komponen check valve ini berdiameter 38 mm dan 18 mm. Adapun komponen check valve yang terbuat dari batang silinder ini adalah :

- | | |
|------------------|---------------|
| 1. Rumah sil | 4. Penghubung |
| 2. Dudukan poros | 5. Penutup |
| 3. Poros | |

Sedangkan untuk proses pembuatan komponen-komponen tersebut bisa dilihat pada flow chart dan tabel urutan proses pemesinan. Adapun keterangan mengenai data-data pada tabel tersebut adalah sebagai berikut :

- | | |
|--|----------|
| do = Diameter awal | (mm) |
| dm = Diameter akhir | (mm) |
| lw = Panjang benda kerja yang akan dilakukan pemesinan | (mm) |
| lt = Panjang pemesinan | (mm) |
| a = Kedalaman potong | (mm) |
| f = Gerak makan | mm/rev) |
| V = Kecepatan potong | (mm/min) |
| Vf = Kecepatan makan | (mm/min) |
| w = Lebar pemotongan benda kerja | (mm) |
| n = Putaran poros utama (benda kerja) | (rpm) |
| i = Jumlah langkah perautan/pemotongan | (buah) |
| Tm = Waktu pemesinan/pengerjaan | (menit) |
| Ts = Waktu penyetingan (setting) | (menit) |

1) Flow chart proses pembuatan rumah sil

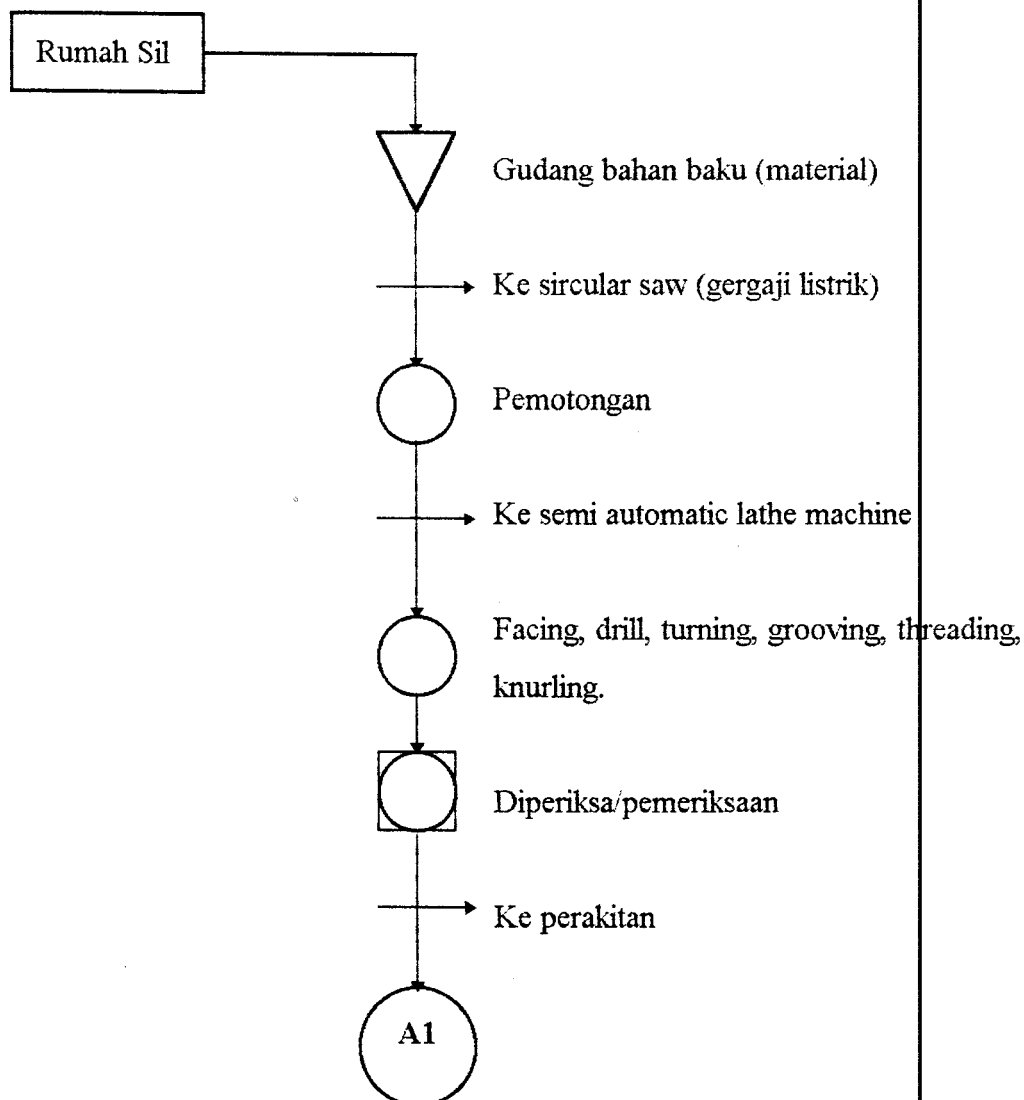
a). Nama Komp. : Rumah sil

No. Komp. : 01

Bahan : Batang silinder

Jumlah : 1 buah

Dimensi : l = 36mm, $\varnothing = 38$ mm

2) Flow chart proses pembuatan poros

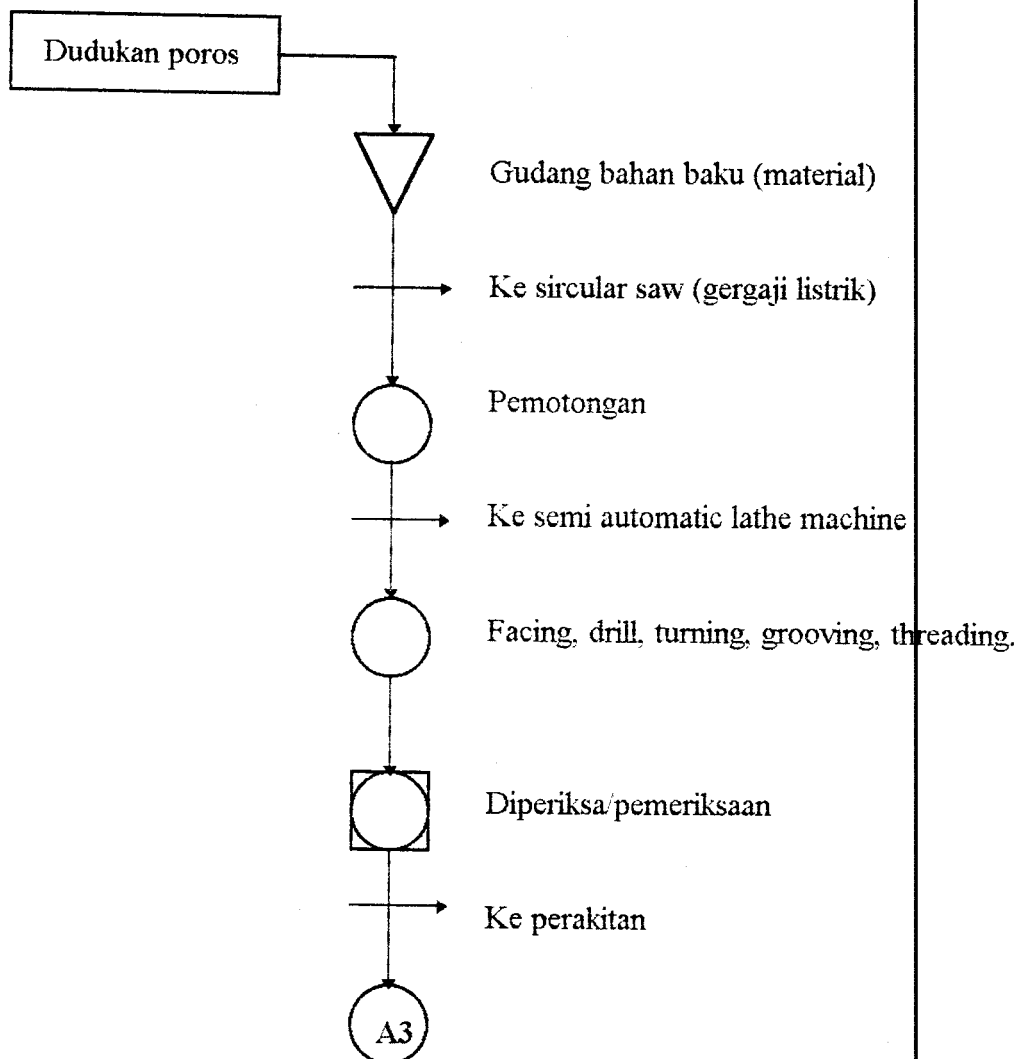
Nama Komp. : Dudukan poros

No. Komp. : 03

Bahan : Batang silinder

Jumlah : 2 buah

Dimensi : l = 30mm, $\varnothing = 38$ mm



3) Flow chart proses pembuatan poros

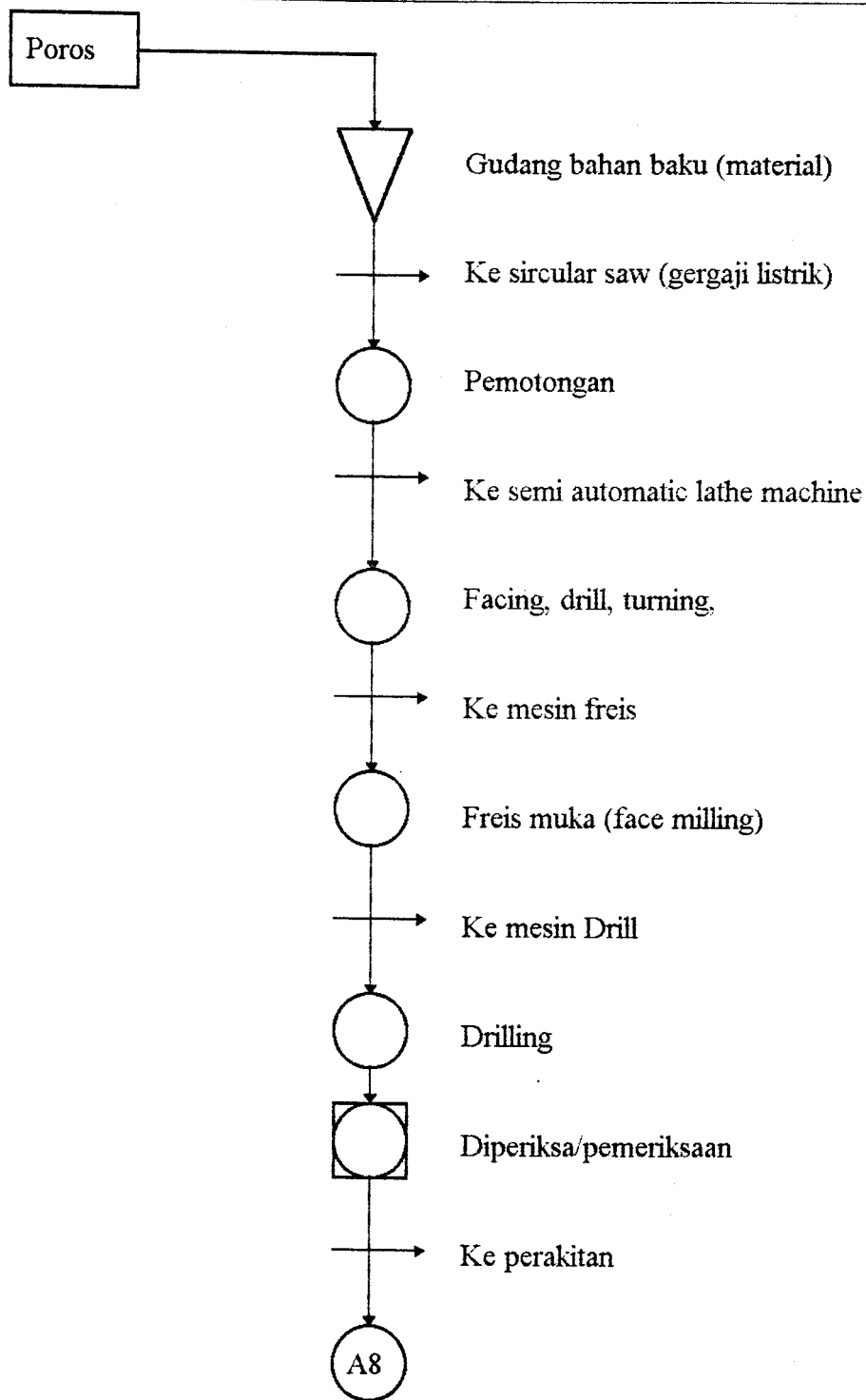
Nama Komp. : Poros

No. Komp. : 08

Bahan : Batang silinder

Jumlah : 1 buah

Dimensi : 1 = 263mm, $\varnothing = 18 \text{ mm}$



4) Flow chart roses pembuatan penghubung

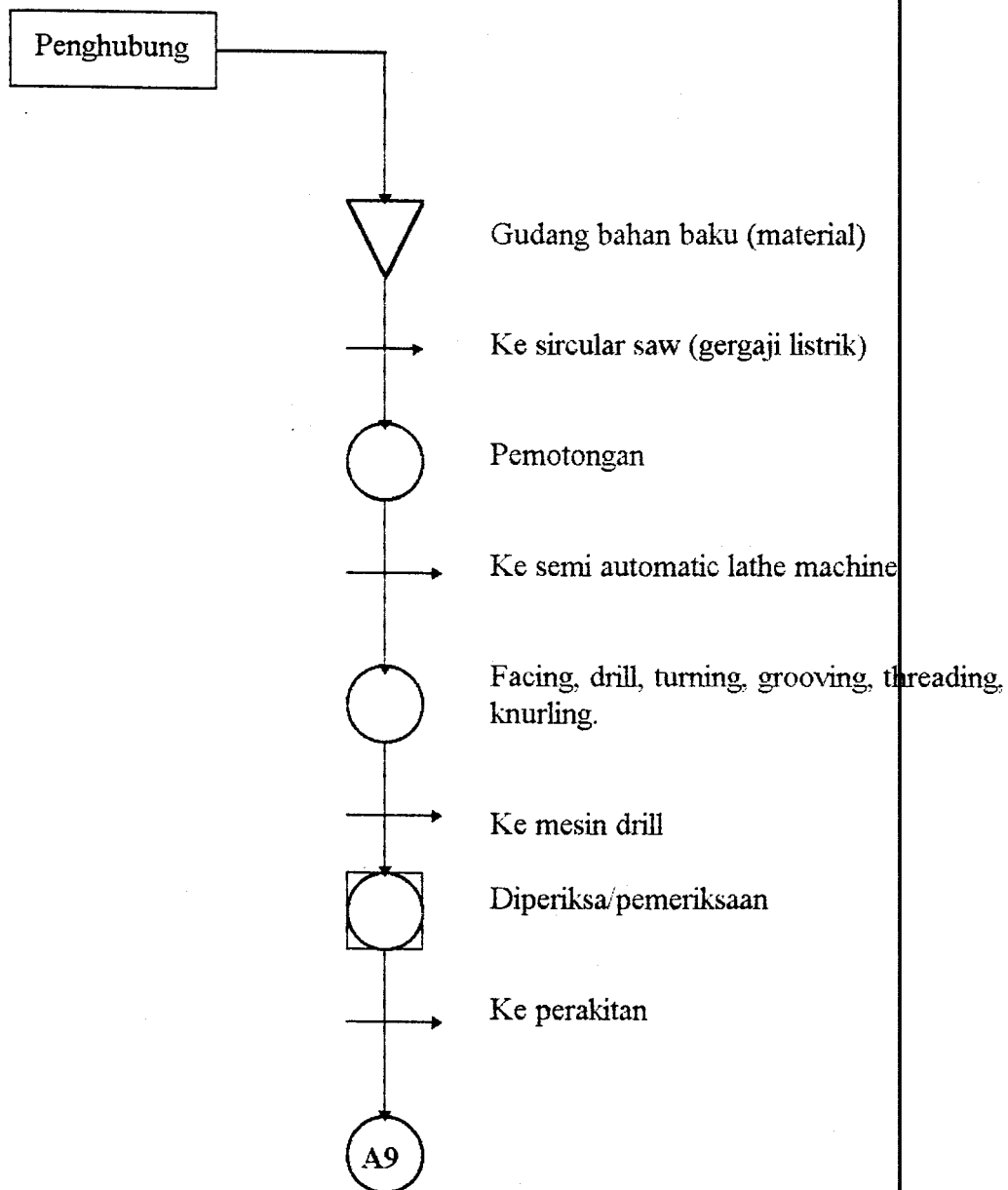
Nama Komp. : Penghubung

No. Komp. : 09

Bahan : Batang silinder

Jumlah : 1 buah

Dimensi : l = 50mm, $\varnothing = 38 \text{ mm}$



5) Flow chart proses pembuatan penutup

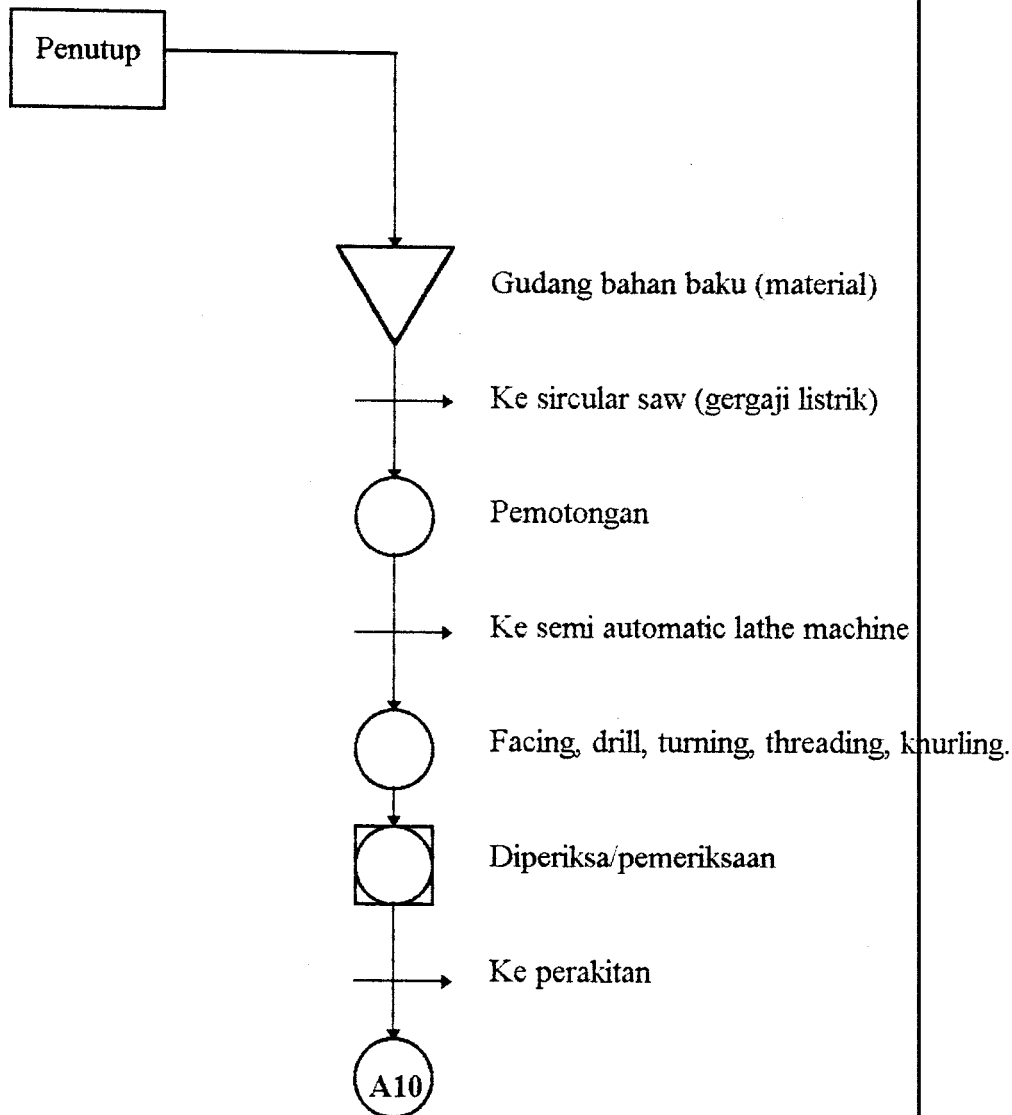
Nama Komp. : Penutup

No. Komp. : 10

Bahan : Batang silinder

Jumlah : 1 buah

Dimensi : 1 = 60mm, $\varnothing = 38 \text{ mm}$



4.1.3. Pengerjaan Jenis Material Teflon

Teflon yang digunakan dalam pembuatan komponen check valve ini berdiameter 40 mm, Adapun komponen check valve yang terbuat dari teflon ini hanya sil saja.. Pada perencanaan check valve ini sil sengaja dibuat dari bahan teflon dengan alasan sebagai berikut :

- Karena sil terbuat dari teflon maka tidak diperlukan pelumas, sehingga tidak mengakibatkan terjadinya penggumpalan semen dalam check valve yang berakibat mengganggu fungsi kerja dari check valve tersebut.
- Karena teflon mempunyai permukaan yang licin, maka gesekan yang terjadi antara teflon dengan logam kecil sekali. Sehingga dapat mengganti fungsi dari bearing.

c) Karena teflon mudah didapat di pasaran.

d) Karena harga teflon tidak terlalu mahal, atau lebih murah dari harga bearing.

Untuk proses pembuatan sil tersebut bisa dilihat pada tabel urutan proses pemesinan. Sedangkan keterangan mengenai data-data tabel tersebut sama dengan keterangan pada sub bab 4.1.2.

1) Flow chart proses pembuatan sil

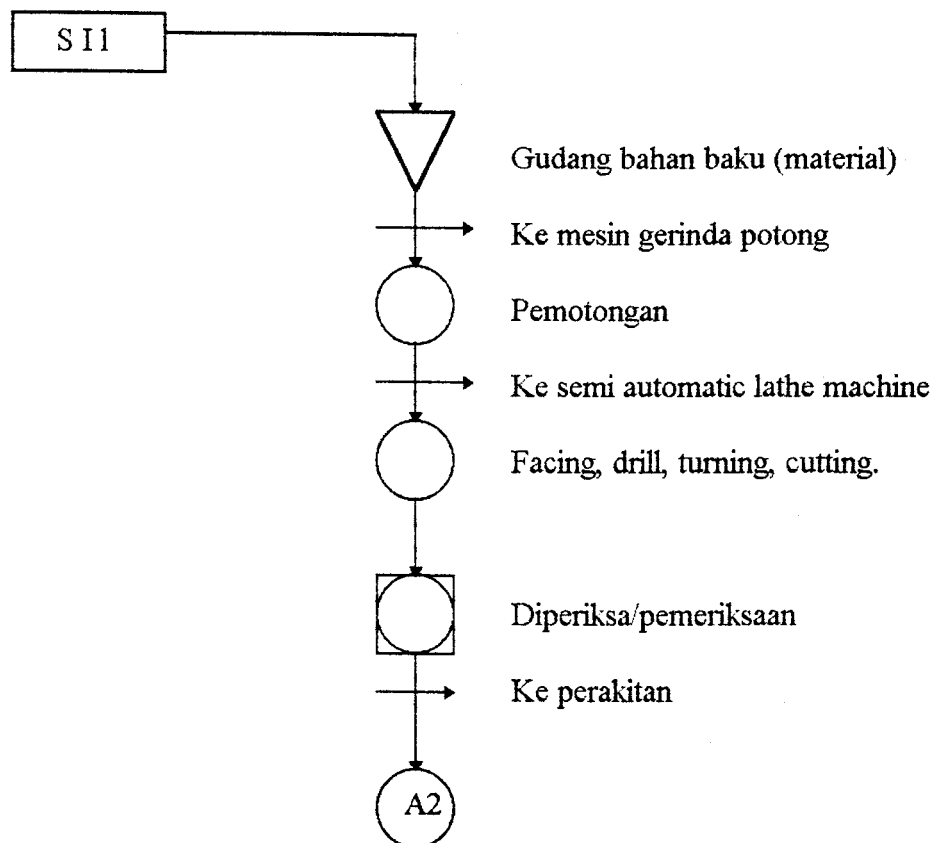
Nama Komp. : Sil

No. Komp. : 02

Bahan : Teflon silinder

Jumlah : 2 buah

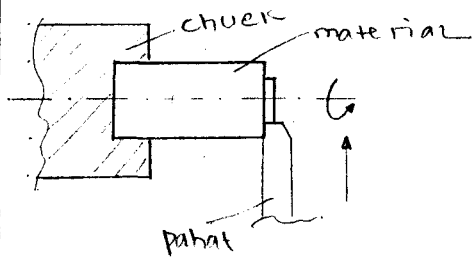
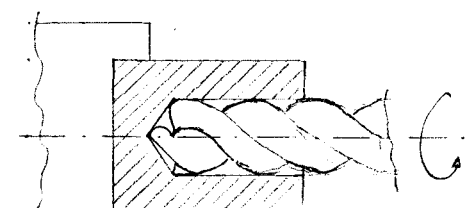

Dimensi : l = 35mm, $\varnothing = 40$ mm

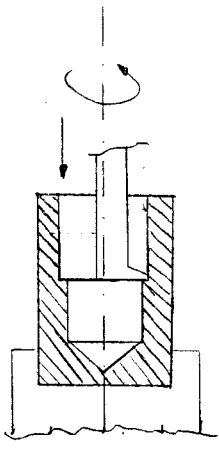
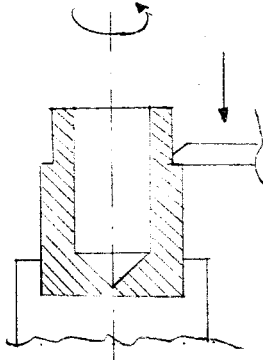
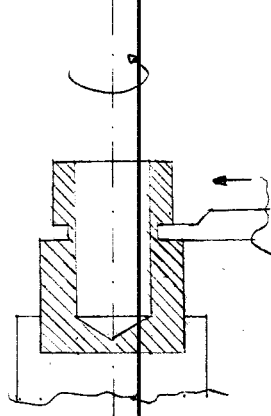


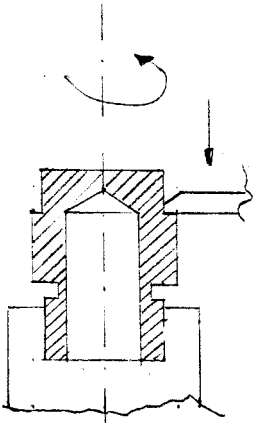
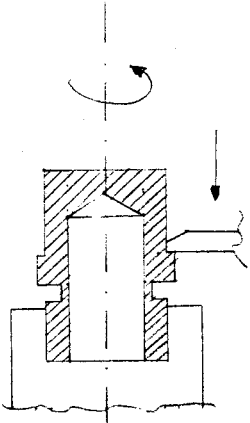
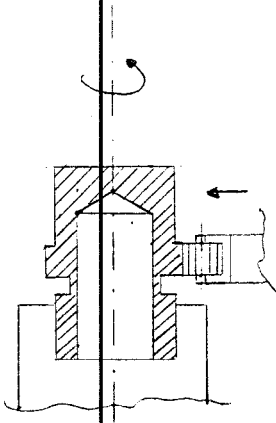
Sedangkan untuk komponen baut, mur dan pegas tidak dibuat di fabrikasi mesin PT. Varia Usaha Gresik, tetapi didapat dari pasaran untuk baut dan mur. Sedangkan

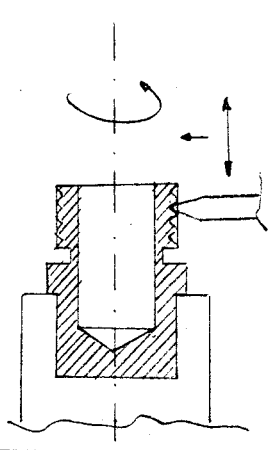
Tabel 4.1

URUTAN PROSES PEMESINAN

Nama Komp. / No. Komp. : Rumah SIL / 01								Diameter Bahan : 38 mm							
Bahan : Batang silinder St. 60								Panjang Bahan : 38 mm							
Mesin : Mesin Bubut								Jumlah : 1 buah							
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L (mm)	l (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v_f (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_s (min)
1.	Facing		38		1	1	19		0.5	36		600	1	2.3	3
2.	Drill.			15	30	34	7.5			14		600	1	1.5	1
															

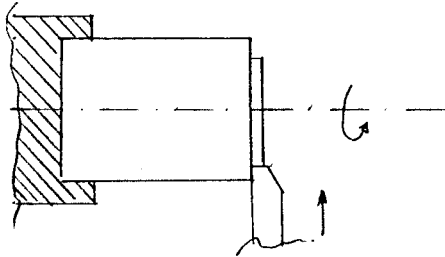
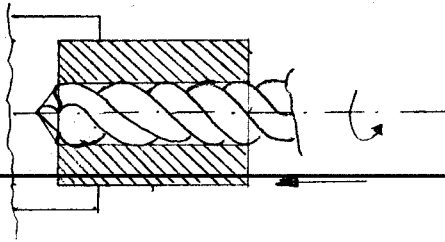
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L (mm)	l_t (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v_t (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_o (min)
3	Turning dalam		15	16	30	30	0.5		0.5	29	300	600	1	0.1	1
4	Turning luar		30	24	15	15	1.75		0.5	58	300	600	4	0.2	1
5	Grooving		24	20	2	2	0.5		0.5	41	300	600	4	0.03	1

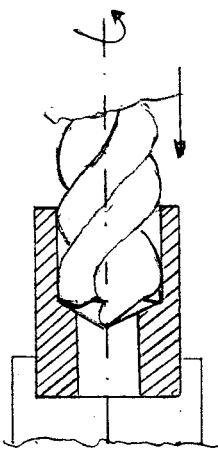
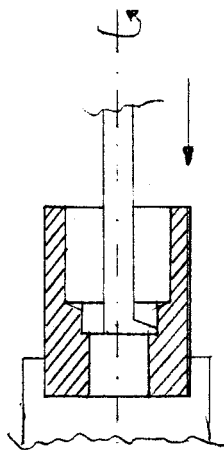
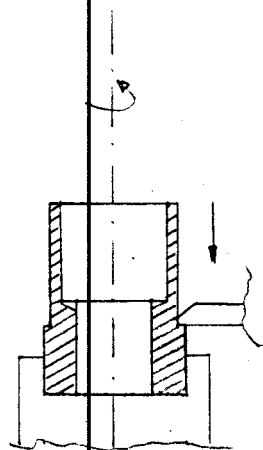
No. Ope- rasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L (mm)	l_f (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v_r (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_o (min)
6	Turning luar		38	30	21	21	1		0.5	64	300	600	4	0.28	2
7	Turning luar		30	24	12	12	1		0.5	51	300	600	3	0.12	0.5
8	Knurling (kutter)		24	23.3	9	11	0.65		0.5	45	300	600	7	0.76	2

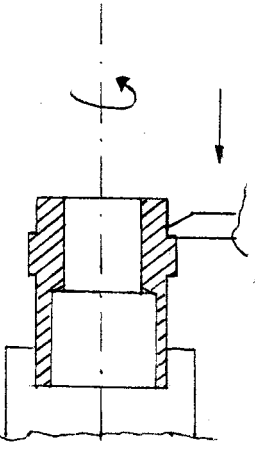
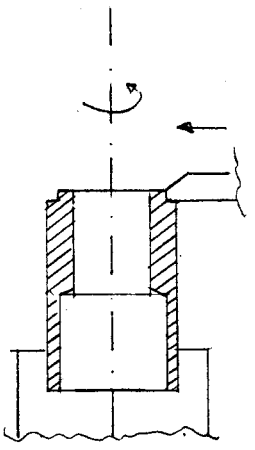
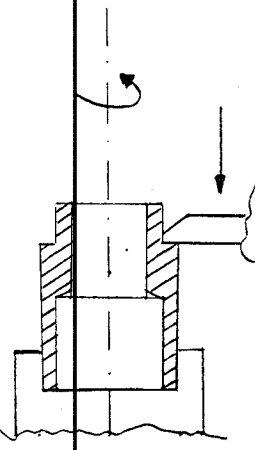
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L (mm)	l_f (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v_f (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_o (min)
9:	Threading (kur.)		24	21	13	15	0,25		0,5	42	300	600	6	0,3	3

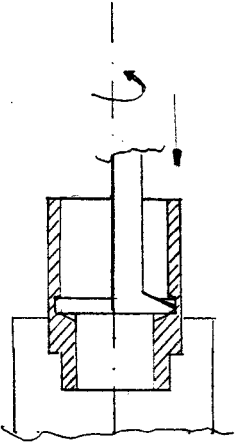
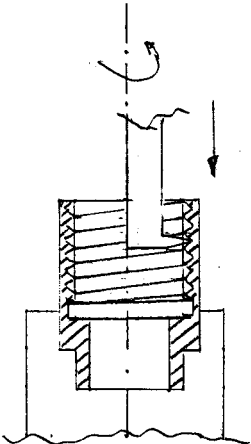
tabel 4.2,

URUTAN PROSES PEMESINAN

Nama Komp. / No. Komp. : Dudukan Poros / 03										Diameter Bahan : 38 mm					
Bahan : Batang Silinder St 60										Panjang Bahan : 32 mm					
Mesin : Bubut										Jumlah : 2 buah					
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d _o (mm)	d _m (mm)	L _o (mm)	L _i (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v _r (mm/min)	n (rpm)	i	T _m (min)	T _s (min)
01.	Facing		38		1	1	19			36		600	1	0,3	1
02.	Drill.			15	31	35	7,5			14		600	1	1,75	1

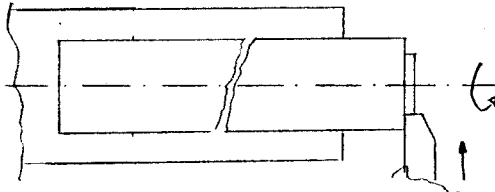
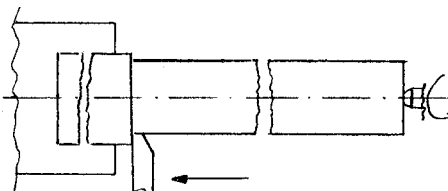
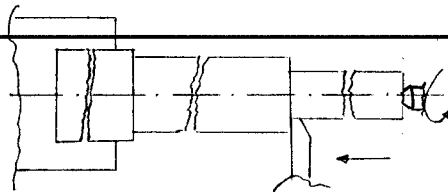
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan										Waktu Operasi		
			d_o (mm)	d_m (mm)	L (mm)	l_f (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	V_f (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_o (min)
03.	Drill.		21	16	16	20	19,5		20			600	1	95	1
04.	Turning dalam.		15	16	15	17	0,5		29	300	600	1	906	1	
05	Turning luar		38	30	16	16	1		64	300	600	4	0,21	1	

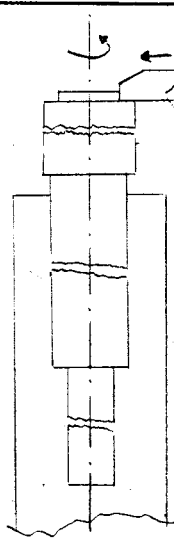
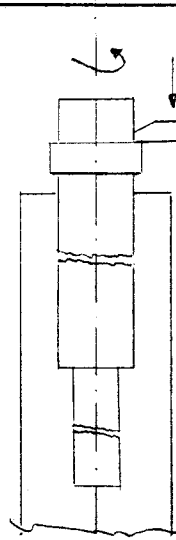
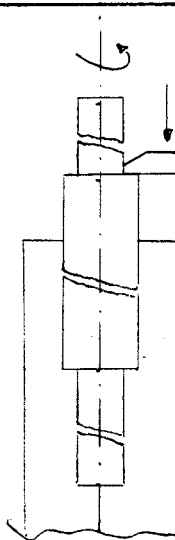
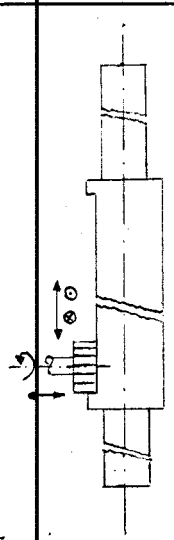
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L (mm)	l_f (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v_f (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_o (min)
06.	Turning luar		38	30	15	15	1		0,5	64	300	600	4	0,2	0,5
07.	Facing		30		1	1	15			28		600	1	0,3	0,5
08.	Turning luar		30	25	5	5	0,5		0,5	52	300	600	5	0,08	0,5

No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L_c (mm)	l_t (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v_c (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_s (min)
09.	Grooving (alur)		21	24	2	2	0.5		0.5	42	300	600	3	0.02	1
10.	Threading (alur)		21	24	4	16	0.25		0.5	42	300	600	6	0.32	1

Tabel 4.3

URUTAN PROSES PEMESINAN

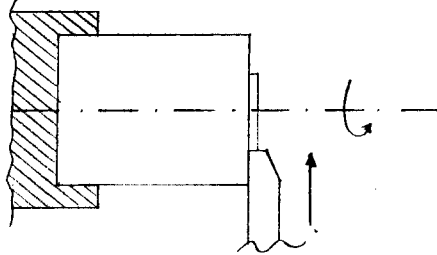
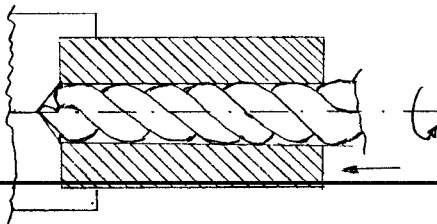
Nama Komp. / No. Komp. : Poros 108								Diameter Bahan : 18 mm							
Bahan : Batang di under St. 60								Panjang Bahan : 245 mm							
Mesin : Mesin Bubut , MESIN FREIS dan MESIN DRILL								Jumlah : 1 buah							
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d _o (mm)	d _m (mm)	L (mm)	l (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v _f (mm/min)	n (rpm)	i	T _m (min)	T _s (min)
01 a	facing		18		1	1	9			17		600	1	0,92	1
02.	b. Drill Turning war		18	16	234	234	0,5		0,5	32	300	600	2	1,56	1
03	turning war		16	8	110	110	1		0,5	23	300	600	4	1,17	0,5

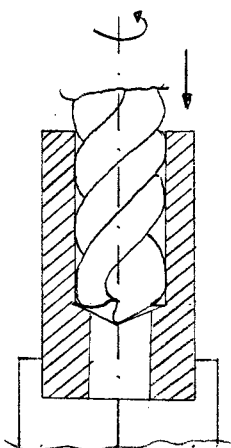
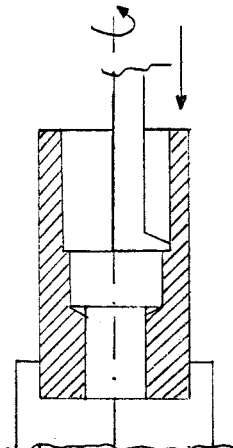
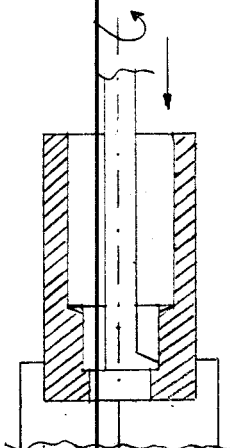
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L (mm)	l_f (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v_f (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_o (min)
04.	Facing.		18		1	1	9			17		600	1	0,2	1
05	Turning luar.		18	16	30	30	0,5		0,5	32	300	600	2	0,2	1
06	Turning luar		16	8	33	33	1		0,5	32	300	600	4	0,44	2
07.	Freis		10		100	100	0,5	13	0,34	7,4	75	235	6	2,6	2

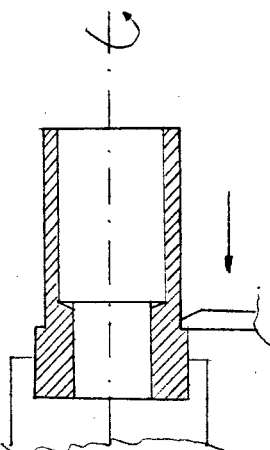
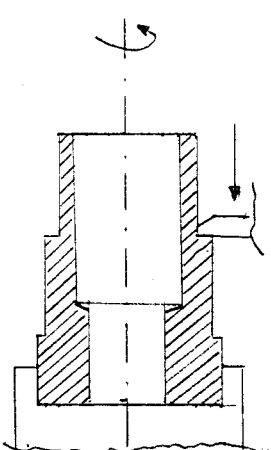
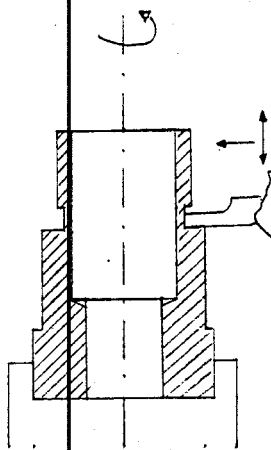
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L (mm)	l_f (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v_f (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_o (min)
08.	Fräs		10		18	20	0,5	75	0,32	7,4	75	235	6	0,5	1
09.	Drill.		6		13	15	3			3,0		320	2	1	2
10.	Drill		3		5	6	1,5			1,5	1024	320	1	0,4	1

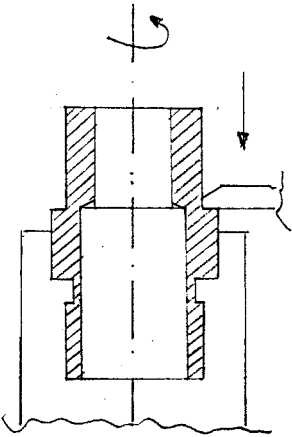
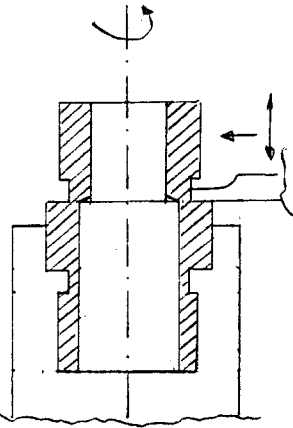
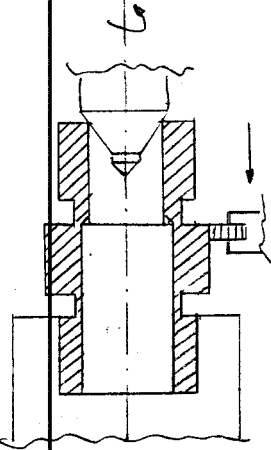
Tabel 4.4.

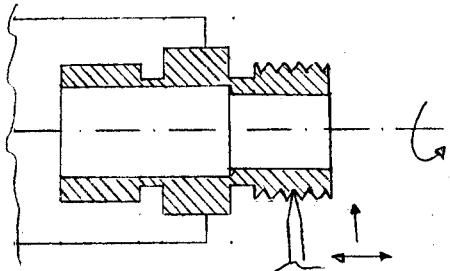
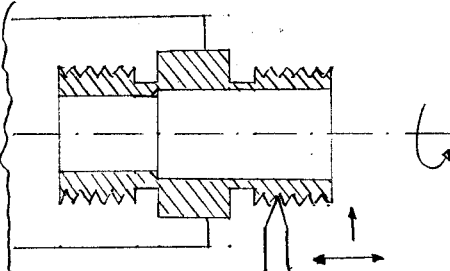
URUTAN PROSES PEMESINAN

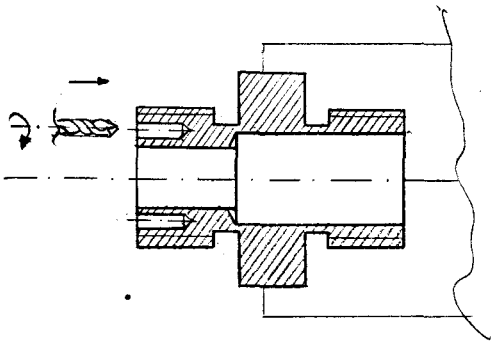
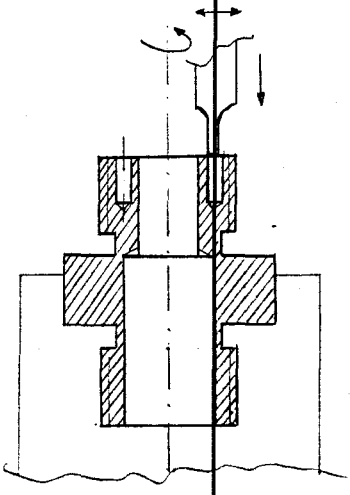
Nama Komp. / No. Komp. : Penghubung / 09							Diameter Bahan : 38 mm								
Bahan : Batang silinder St 60							Panjang Bahan : 52 mm								
Mesin : mesin bubut dan mesin Drill							Jumlah : 1 buah								
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L (mm)	l (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v_t (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_s (min)
01.	Facing		38		1	1	19			36		600	1	0,2	2
02.	Drill.		8		50	53	4			75		600	1	1	2

No. Ope- rasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L (mm)	l_f (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	V_f (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_o (min)
03.	Drill		15		30	35	7,5			14		600	1	1	1
04.	Turning dalam		15	16	30	30	0,25		0,5	29	300	600	2	0,2	1
05.	Turning dalam		8	9	20	20	0,25		0,5	16	300	600	2	0,13	1

No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L (mm)	l_f (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v_f (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_o (min)
06.	Turning luar		38	30	30	30	1		0,5	64	300	600	4	0,4	1
07.	Turning luar		30	24	15	15	0,5		0,5	51	300	600	6	0,3	0,5
08.	Graving (alur)		24	20	2	2	0,5		0,5	41	300	600	4	0,3	1

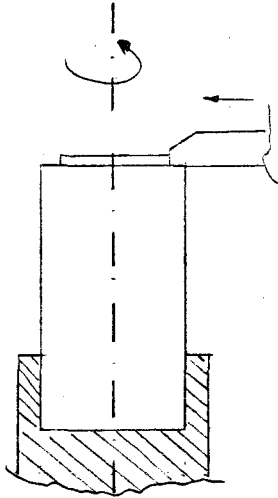
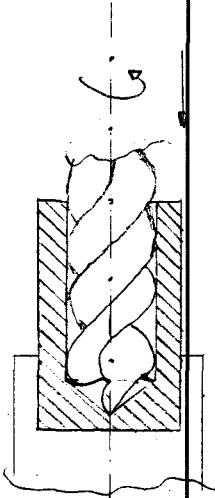
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L_o (mm)	L_i (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	V_c (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_o (min)
09.	Turning (luar)		38	24	15	15	1		0.5	58	300	600	7	0.35	2.
10.	Grooving (alur)		24	20	2	2	0.5		0.5	41	300	600	4	0.83	2
11.	Knurling		30	29.7	20	22	0.02		0.5	56	300	600	7	0.5	2

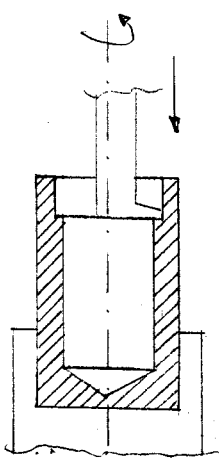
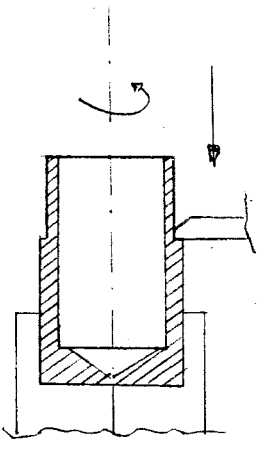
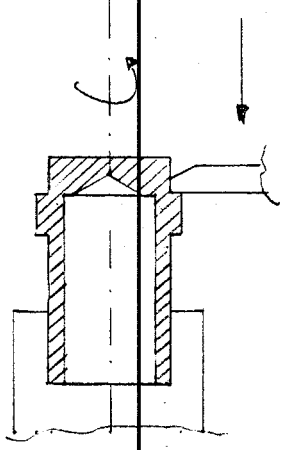
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L (mm)	l_f (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v_f (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_s (min)
12.	Threading (ulir)		24	24	13	15	0,25		0,5	42	300	600	6	0,3	2
13.	Threading (ulir)		24	21	13	15	0,25		0,5	42	300	600	6	43	9,5

No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L (mm)	l_t (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	V_t (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_o (min)
14.	Drill		3		9	10	1,5			1,5		320	8	24	2
15.	Grooving (alur)		17	11	2	2	0,5		0,5	26	300	600	6	904	2

Tabel 4.5

URUTAN PROSES PEMESINAN

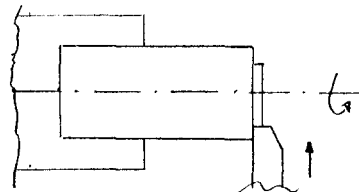
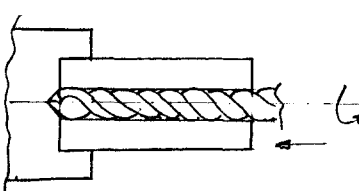
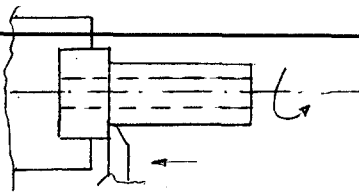
URUTAN PROSES PEMESINAN																
Tabel 4.5																
Nama Komp. / No. Komp. : Penutup / 10			Diameter Bahan : 38 mm													
Bahan : Batang silinder st 60			Panjang Bahan : 82 mm													
Mesin : Mesin Bubut			Jumlah : 1 buah													
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan										Waktu Operasi			
			d_o (mm)	d_m (mm)	L_w (mm)	L_l (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	V_r (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_o (min)	
01.	Facing		38		1	1	19			36		600	1	6,2	2	
02.	Drill.		20		73	79	10			19		600		1,5	1,5	

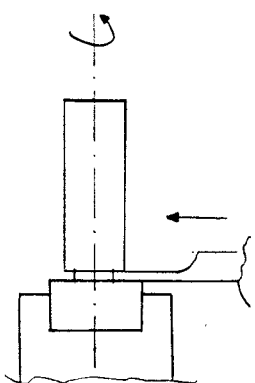
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L_w (mm)	L_l (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v_t (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_o (min)
0.3	turning dalam		20	21	73	73	0,5		0,5	39	300	600	1	0,24	0,5
0.4	turning luar		38	30	60	60	1		0,5	64	300	600	4	0,8	1
0.5	turning luar		38	30	20	20	1		0,5	64	300	600	4	0,3	0,5

No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	L (mm)	l_f (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v_f (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_o (min)
06	turning luar		30	26	60	60	0,5		0,5	53	300	600	4	0,8	0,5
07	knurling		30	29,72	20	20	0,02		0,5	56	300	600	7	0,5	1
08	Threading (ulir)		21	24	16	18	0,25		0,5	42	300	600	6	0,4	2

Tabel 4.6

URUTAN PROSES PEMESINAN

Nama Komp. / No. Komp. : SIL / 02									Diameter Bahan : 40 mm						
Bahan : Teflon									Panjang Bahan : 50 mm						
Mesin : Mesin Bubut									Jumlah : 2 buah						
No. Operasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d _o (mm)	d _m (mm)	L _w (mm)	L _t (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v _f (mm/min)	n (rpm)	i	T _m (min)	T _s (min)
01.	Facing		40		1	1				38		600	1	0,2	2
02.	Drill		8		55	58	4			7,5		600	1	0,75	1,5
03.	Turning luar		40	16	35	38	2		0,5	53	300	600	6	0,76	1

No. Ope- rasi	Operasi	Gambar Sket Proses Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Waktu Operasi	
			d_o (mm)	d_m (mm)	l_w (mm)	l_l (mm)	a (mm)	w (mm)	f (mm/rev)	v (mm/min)	v_f (mm/min)	n (rpm)	i	T_m (min)	T_s (min)
04.	cutting		16		3	3	8			15		600	1	95	2

untuk pegas ulir puntir (helical torsion spring) didapat dari pesanan pada pabrik pegas dengan berdasarkan dimensi pegas yang telah kita rencanakan sebelumnya.

Adapun mengenai bentuk dan dimensi dari pegas ulir puntir tersebut bisa dilihat pada gambar susunan.

4.1.4. Proses Perakitan

Setelah seluruh komponen dari check valve terbentuk maka langkah selanjutnya adalah proses perakitan tiap-tiap komponen untuk dijadikan satu, sehingga terbentuk check valve yang sesuai dengan gambar desain.

Pada proses perakitan disini pemasangan komponennya ada yang dilakukan proses pengelasan terlebih dahulu dengan tujuan agar tidak dapat dilepas dan las yang digunakan dalam hal ini adalah las listrik SMAW.

Disamping itu ada juga komponen yang dipasang tanpa proses pengelasan. Hal ini bertujuan agar komponen tersebut dapat dipasang dan dilepas dengan mudah, sehingga akan memudahkan dalam perawatan dan penggantian komponen bila terjadi kerusakan. Adapun komponen-komponen yang dilakukan proses pengelasan terlebih dahulu adalah :

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| 1. Plat casing berlubang | 2. Plat casing |
| 3. Plat flendes | 4. Kedudukan poros |

Sedangkan untuk komponen yang lainnya tidak dilakukan proses pengelasan.

Untuk lebih jelasnya mengenai urutan proses perakitan bisa dilihat pada flow chart proses perakitan.

Keterangan :

- | | | | | |
|-----|---|----------------|---|-----------------------|
| A1 | = | Komponen No.01 | ⇒ | Rumah sil |
| A2 | = | Komponen No.02 | ⇒ | Sil |
| A3 | = | Komponen No.03 | ⇒ | Dudukan poros |
| A4 | = | Komponen No.04 | ⇒ | Plat casing berlubang |
| A5 | = | Komponen No.05 | ⇒ | Plat casing |
| A6 | = | Komponen No.06 | ⇒ | Plat flendes |
| A7 | = | Komponen No.07 | ⇒ | Plat katup |
| A8 | = | Komponen No.08 | ⇒ | Poros |
| A9 | = | Komponen No.09 | ⇒ | Penghubung |
| A10 | = | Komponen No.10 | ⇒ | Penutup |
| A11 | = | Komponen No.11 | ⇒ | Pegas |

A12 = Komponen No.12 \Rightarrow Baut dan mur

A13 = Komponen No.13 \Rightarrow Baut dan mur

B1 = Perakitan komponen no. 04, 05, 06 dengan proses pengelasan (las listrik)

B2 = Perakitan/pemasanganudukan poros pada hasil perakitan B1 dengan menggunakan las listrik.

B3 = Pemasangan poros pada dudukan poros (hasil perakitan B2)

B4 = Pemasangan sil pada rumah sil dan penghubung.

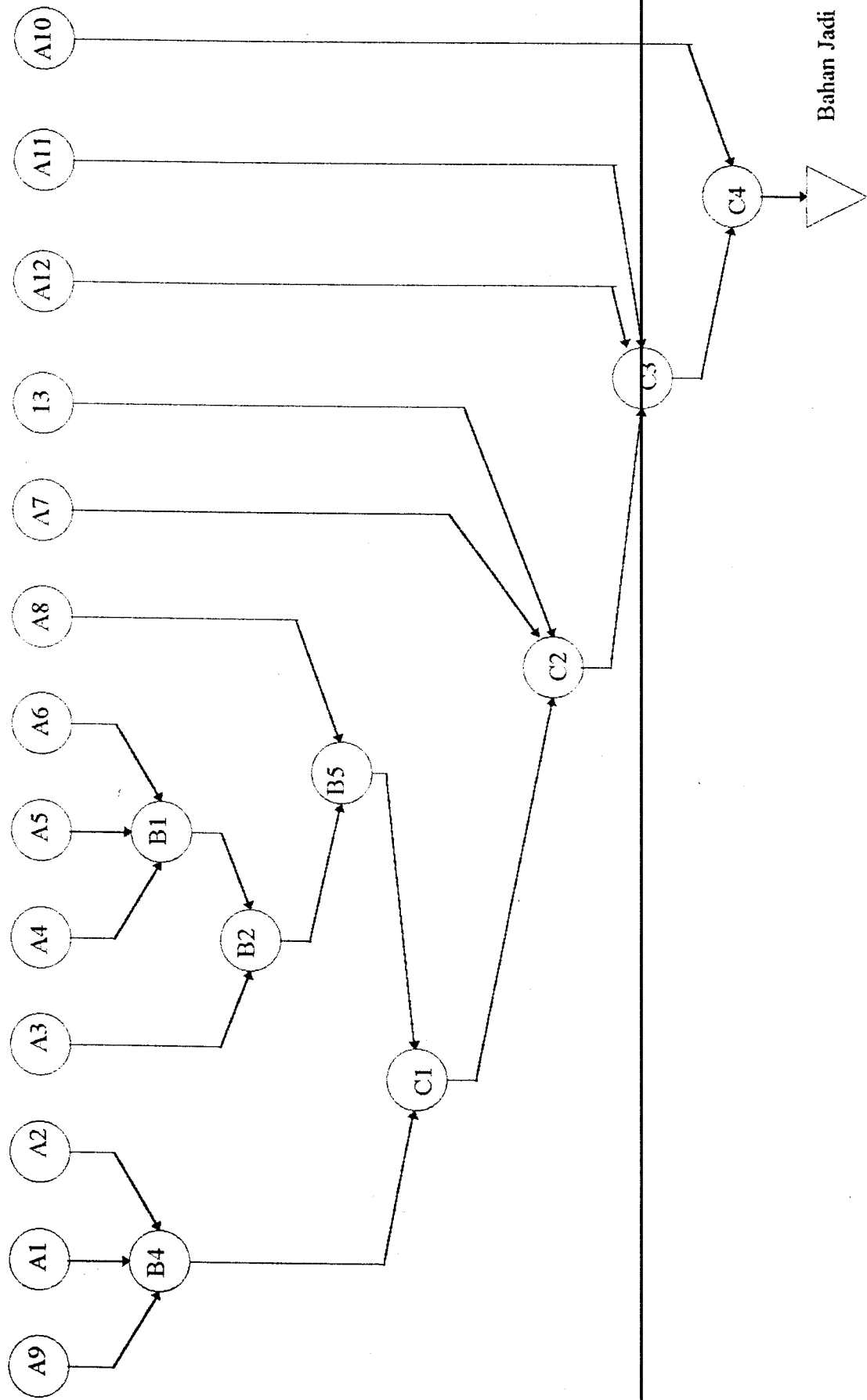
C1 = Pemasangan rumah sil dan sil pada poros sisi kanan.Pemasangan penghubung dan sil pada poros sisi kiri.

C2 = Pemasangan plat katup pada poros dan kemudian dibaut oleh 2 buah mur dan baut.

C3 = Pemasangan pegas pada poros kemudian dikunci dengan mur dan baut.

C4 = Penutup pada penghubung.

Flow Chart Proses Perakitan



4.2. Proses Pembuatan Check Valve Desain yang Lama

Pada proses pembuatan check valve desain yang lama ini lebih sederhana dan lebih cepat, karena pada heck valve tersebut mempunyai komponen yang lebih sedikit dibandingkan dengan check valve desain baru.

Adapun komponen check valve desain yang lama in antara lain :

1. Pemberat
2. Poros
3. Casing :
 - a. Plat flendes
 - b. Plat casing
 - c. Plat casing berlubang
4. Plat katup
5. Penahan / penyetop

Untuk proses pembuatannya bisa dilihat pada flow chart proses pembuatan masing-masing komponen.

4.2.1. Flow chart proses pembuatan komponen check valve

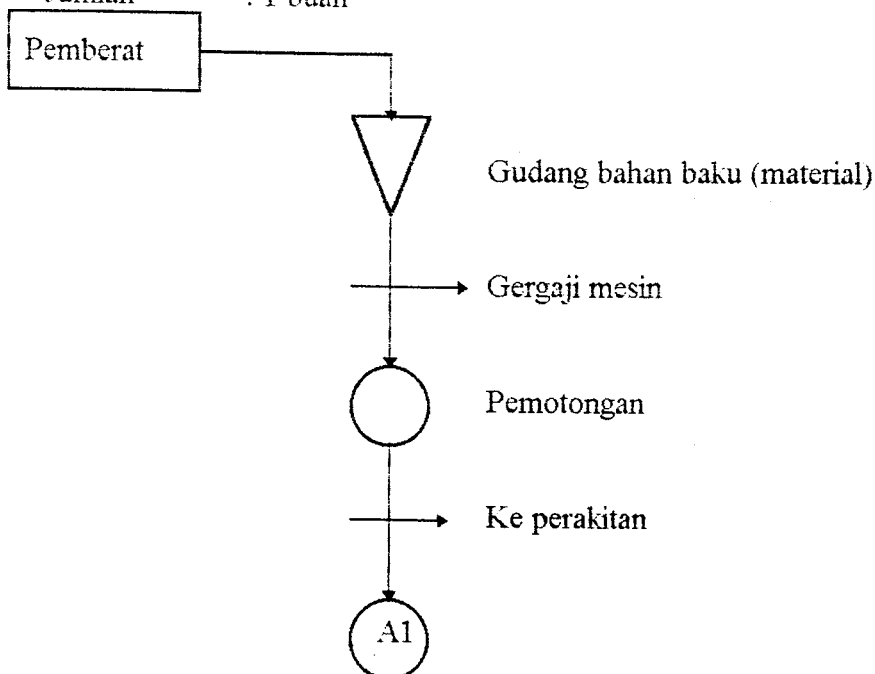
A. Nama Komp. : Pemberat

No. Komp. : 01

Jenis bahan : Pipa silinder

Dimensi : $O_{out} = O_{in} =$

Jumlah : 1 buah



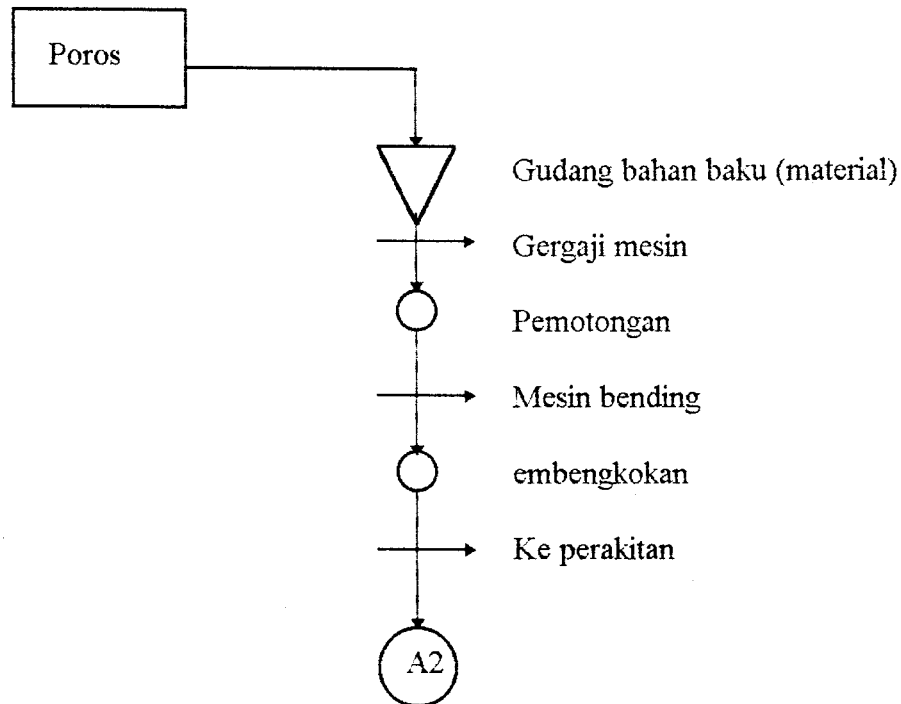
B. Nama Komp. : Poros

No. Komp. : 02

Jenis bahan : Batang silinder

Dimensi : $p = 230\text{mm}$, $O = 18\text{mm}$

Jumlah : 1 buah



C. Nama Komp. : Casing

No. Komp. : 03

Jenis bahan : Plat

Dimensi :

a. Plat flendes : $p=145$, $l=35$, $t=4,5$

b. Plat casing : $p=100$, $l=90$, $t=4,5$

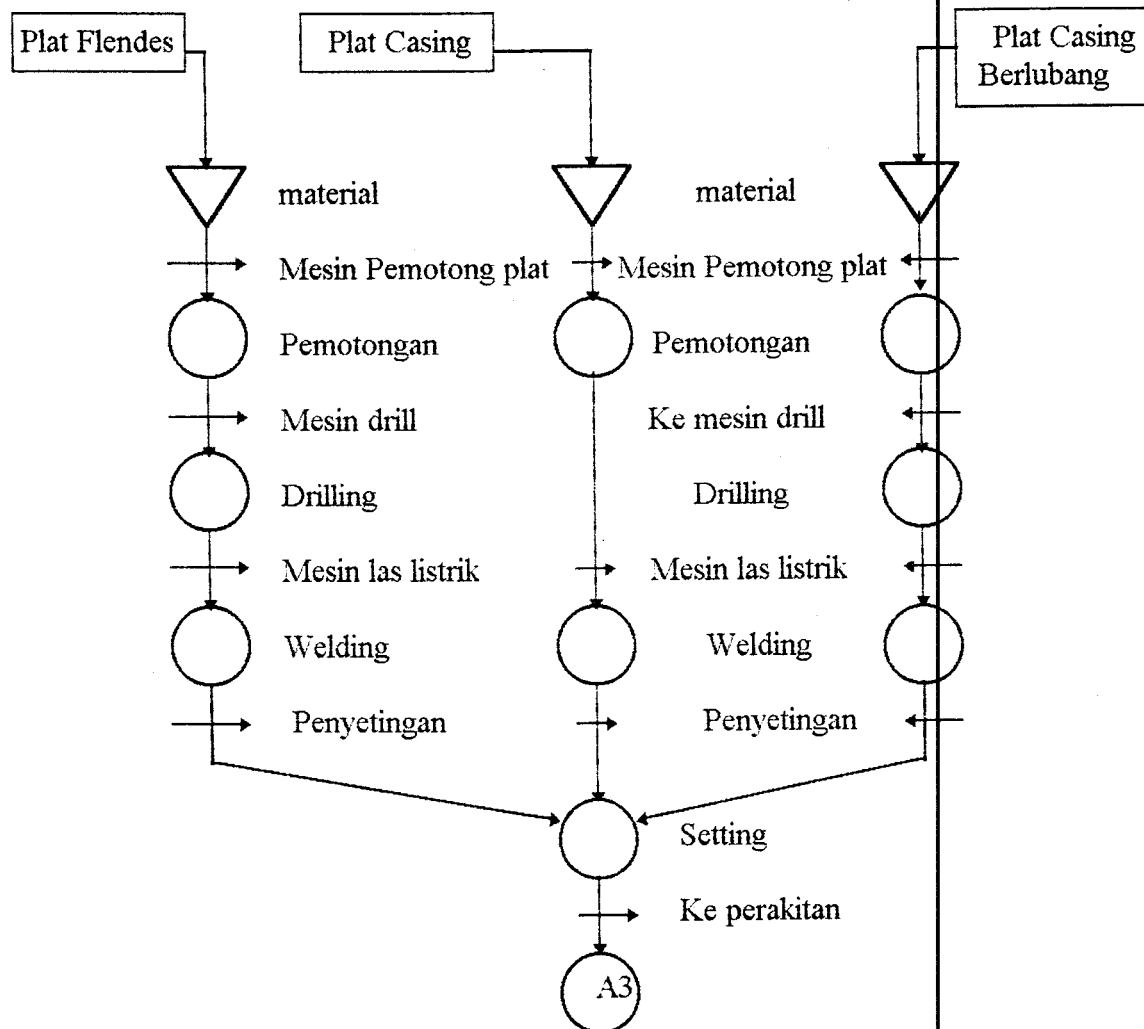
c. Plat casing berlubang : $p=100$, $l=90$, $t=4,5$

Jumlah :

a. Plat flendes : 8 buah

b. Plat casing : 2 buah

c. Plat casing berlubang : 2 buah



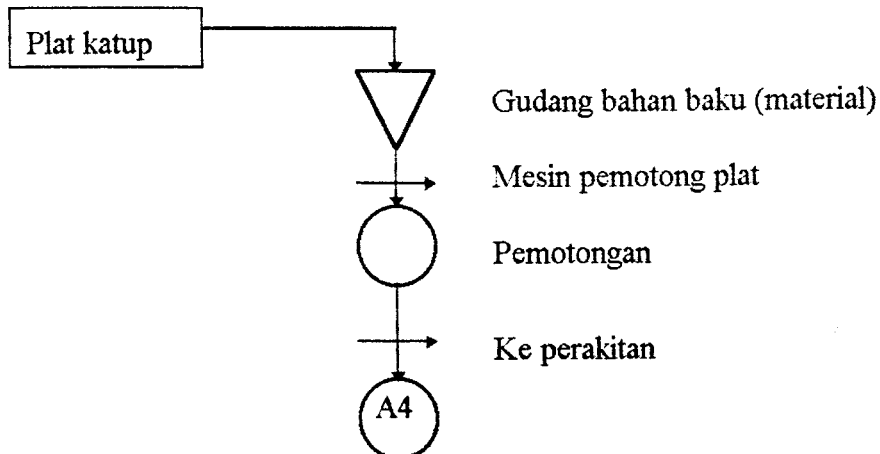
D. Nama Komp. : Plat katup

No. Komp. : 04

Jenis bahan : Plat

Dimensi : $p = 96$, $l = 96$, $t = 4,5$

Jumlah : 1 buah



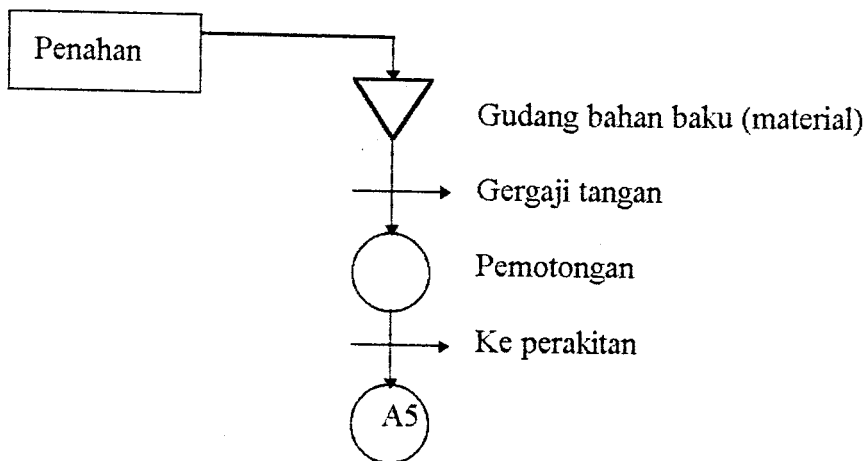
E. Nama Komp. : Penahan/penyetop

No. Komp. : 05

Jenis bahan : Plat

Dimensi : $p = 20$, $l = 10$, $t = 4,5$

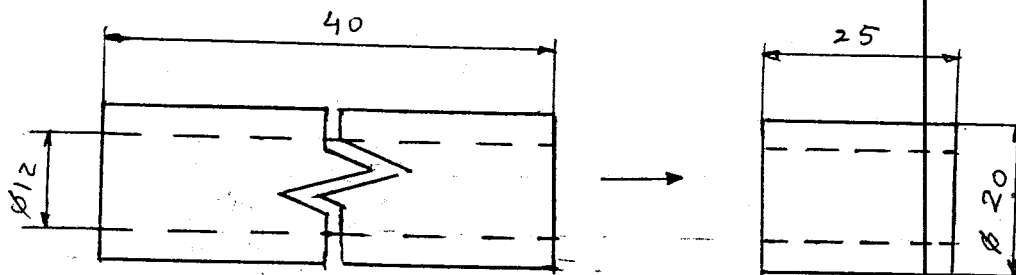
Jumlah : 2 buah



4.2.2. Uraian proses pembuatan check valve desain yang lama

1. Pemberat

- ⇒ Dari gudang bahan baku kita cari material berupa pipa silinder dengan \varnothing luar = dalam = 20. Kemudian kita bawa ke tempat pemotongan.
- ⇒ Setelah kita dapatkan material tersebut, kemudian kita potong panjangnya sesuai dengan yang kita butuhkan dengan menggunakan gergaji listrik.

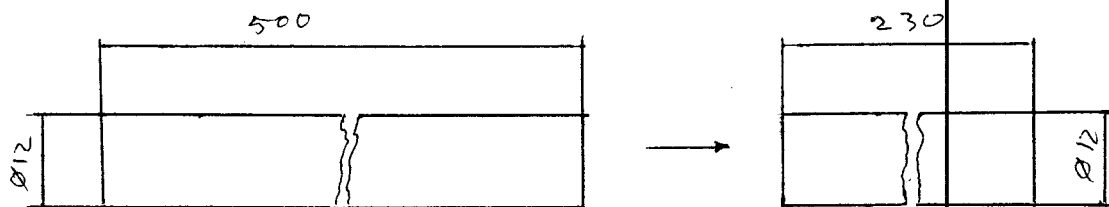


Gambar 4.6. Sket Pemotongan Pipa

2. Poros

⇒ Dari gudang bahan baku kita cari material batang silinder pejal dengan $\varnothing 18$ mm, kemudian kita bawah ketempat pemotongan.

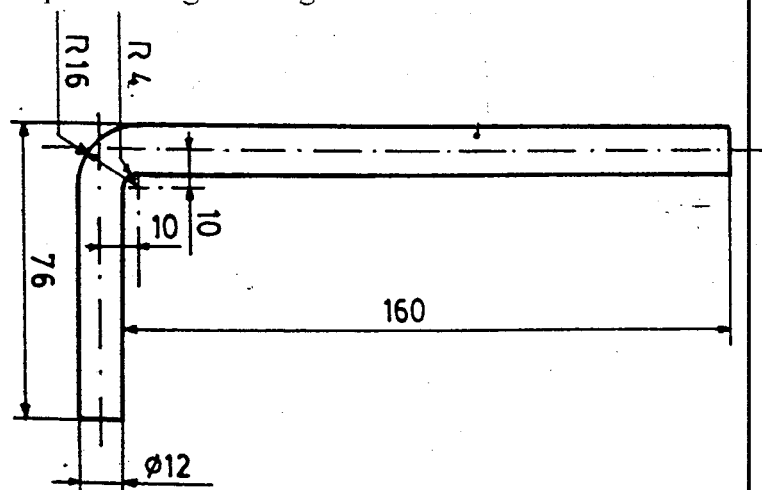
Setelah kita dapatkan material tersebut selanjutnya kita potong panjangnya sesuai dengan panjang yang kita rencanakan, dengan menggunakan gergaji listrik.



Gambar 4.7. Sket Pemotongan Batang Silinder Pejal

⇒ Setelah kita potong, kemudian kita bending sampai 90° dengan jari-jari 6mm.

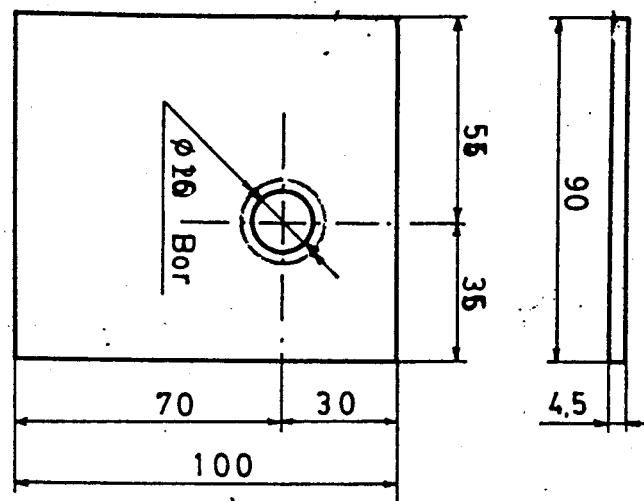
Untuk posisi pembendingan lihat gambar 4.8



Gambar 4.8. Posisi Pembengkokan Batang Silinder Pejal

3. Casing

⇒ Untuk proses pembuatan casing desain yang lama ini hampir sama dengan proses pembuatan casing desain yang baru, perbedaannya hanya pada proses pelubangan pada komponen plat casing, dimana pada desain yang lama ini plat casing dilubangi dengan $\varnothing 16$ mm. Sedangkan desain yang baru dilubangi dengan $\varnothing 25$ mm. Untuk posisi kedudukan lubang bisa dilihat gambar 4.9.



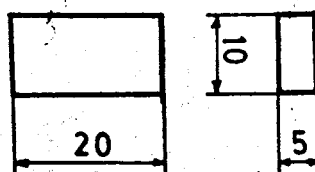
Gambar 4.9. Posisi Lubang pada Plat Casing berlubang

4. Plat katup

⇒ Untuk proses pembuatan plat katup desain yang lama ini juga hampir sama dengan proses pembuatan plat katup desain yang baru, perbedaannya hanya pada proses pelubangan, dimana plat katup desain yang lama ini tidak dilubangi. Karena pada roses pemasangannya, plat katup langsung dilas pada poros. Sedangkan desain yang diberi lubang untuk tempat baut, karena pemasangan plat katup dibaut pada poros, hal ini bertujuan agar mudah untuk perakitannya.

5. Penahan/penyetop

- ⇒ Dari gudang bahan baku kita cari sisa material plat dengan tebal 4,5mm, kemudian kita lakukan pemotongan.
- ⇒ Setelah kita dapatkan materialnya, kemudian kita potong sesuai dengan kurun yang kita rencanakan sebelumnya. Pemotongan ini dilakukan dengan menggunakan gergaji tangan.

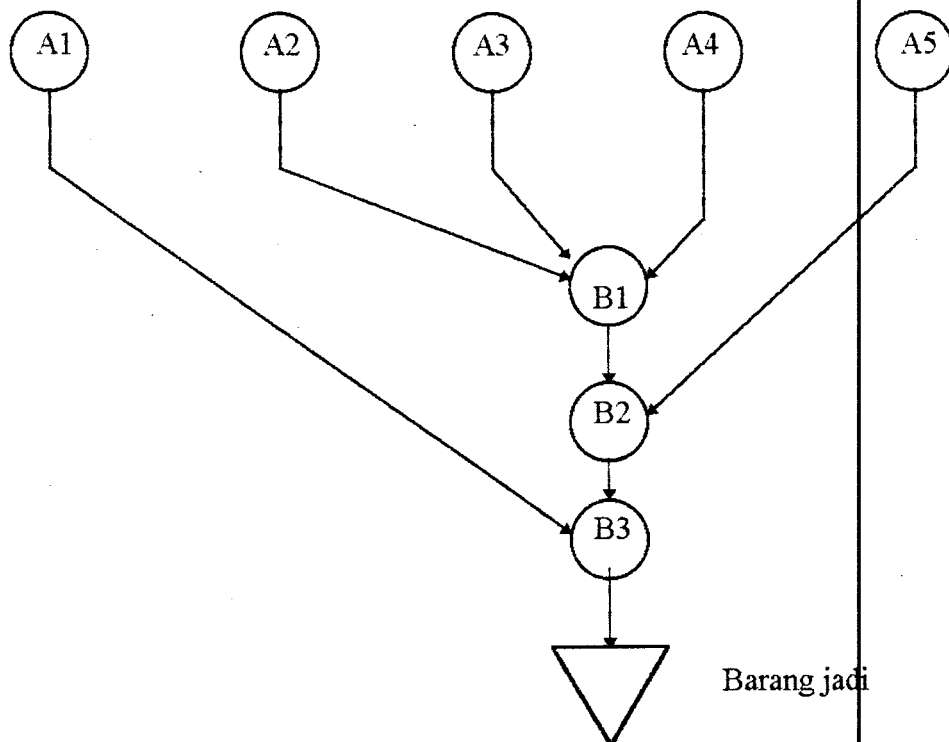


Gambar 4.10 . Dimensi Plat Penahan

4.2.3. Flow chart proses perakitan komponen check valve desain lama

Keterangan

- A1 = Komponen no.1 (pemberat)
A2 = Komponen no.2 (poros)
A3 = Komponen no.3 (casing)
A4 = Komponen no.4 (plat katup)
A5 = Komponen no.5 (penahan)
B1 = Pemasangan poros ke dalam casing check valve dan pengelasan plat katup pada poros yang dilakukan didalam casing check valve.
B2 = Pengelasan 2 buah penahan/penyetop pada masing-masing sisi check valve dengan las tek/titik.
B3 = Pengelasan pemberat pada poros.



Bab V

Biaya Produksi

5.1 Biaya material

Tabel 5.1. Biaya material check valve desain baru

No	Uraian	Dimensi				JML (A)	Berat (Kg) (B)	Harga per Kg (C)	Harga Total (A*B*C)
		P (mm)	l (mm)	t (mm)	Ø (mm)				
01	Plat SS 41	100	90	4.5		4	0.32	Rp. 1600	Rp. 2048
02	Plat SS 41	145	35	4.5		8	0.18	Rp. 1600	Rp. 2304
03	Plat SS 41	110	99	3		1	0.26	Rp. 1600	Rp. 416
04	Batang silinder St 60	38			38	1	0.34	Rp. 2000	Rp. 680
05	Batang silinder St 60	32			38	2	0.29	Rp. 2000	Rp. 1160
06	Batang silinder St 60	265			18	1	0.53	Rp. 2000	Rp. 1060
07	Batang silinder St 60	52			38	1	0.46	Rp. 2000	Rp. 920
08	Batang silinder St 60	82			38	1	0.73	Rp. 2000	Rp. 1460
09	Teflon	52			40	2	0.14	Rp.15000	Rp. 4200
10	Baut				6	2		Rp. 100	Rp. 100
11	Baut				2	1		Rp. 50	Rp. 50
12	Pegas					1		Rp. 3000	Rp. 3000
13	Busur las listrik							Rp. 1500	Rp. 1500
14	Cat					1		Rp. 3500	Rp. 3500
15	Pahat gerinda					1		Rp. 1500	Rp. 1500
								Jumlah	Rp. 23898

Tabel 5.2. Biaya material check valve desain lama

No	Uraian	Dimensi				JML (A)	Berat (Kg) (B)	Harga per Kg (C)	Harga Total (A*B*C)
		P (mm)	l (mm)	t (mm)	\varnothing (mm)				
01	Plat SS 41	100	90	4.5		4	0.32	Rp. 1600	Rp. 2048
02	Plat SS 41	145	35	4.5		8	0.18	Rp. 1600	Rp. 2304
03	Plat SS 41	96	96	3		1	0.22	Rp. 1600	Rp. 352
04	Batang silinder St 60	224			12	1	0.20	Rp. 2000	Rp. 400
05	Batang silinder St 60	25			20	1	0.06	Rp. 2000	Rp. 120
06	Palt SS 41	20	10	5		2	0.008	Rp. 1600	Rp. 25.
07	Busur las listrik							Rp. 1500	Rp. 1500
08	Cat					1		Rp. 3500	Rp. 3500
09	Pahat gerinda					1		Rp. 1500	Rp. 1500
Jumlah									Rp 11749

5.2 Biaya permesinan

5.2.1. Biaya bubut

Tabel 5.3. Biaya bubut untuk komponen check valve desain baru

No	Nama Komponen	JML	Waktu pemesinan (menit)	Biaya per menit	Biaya Total
		(A)	(B)	(C)	(A * B * C)
01	Rumah Sil	1	17.59	Rp. 125	Rp. 2 198.75
02	Sil	2	8.71	Rp. 125	Rp. 2 177.50
03	Dudukan Poros	2	11.24	Rp. 125	Rp. 2 810.00
04	Poros	1	10.57	Rp. 125	Rp. 1 321.25
05	Penghubung	1	24.78	Rp. 125	Rp. 3 097.50
06	Penutup	1	13.74	Rp. 125	Rp. 1 717.50
Jumlah					Rp. 13 322.50

5.2.2. Biaya Freis dan Bending

Tabel 5.4. Biaya freis untuk komponen check valve desain baru

No	Nama Komponen	JML	Waktu pemesinan (menit)	Biaya per menit	Biaya Total
		(A)	(B)	(C)	(A * B * C)
01	Poros	1	6.1	Rp. 125	Rp. 762.5
jumlah					Rp. 762.5

Tabel 5.5. Biaya bending untuk komponen check valve desain lama

No	Nama Komponen	JML (A)	Waktu pemesinan (menit) (B)	Biaya per menit (C)	Biaya Total (A * B * C)
01	Poros	1	6	Rp. 150	Rp. 900
jumlah					Rp. 900

5.2.3. Biaya Drilling

Tabel 5.6. Biaya Drilling untuk komponen check valve desain baru

No	Nama Komponen	JML (A)	Waktu pemesinan (menit) (B)	Biaya per menit (C)	Biaya Total (A * B * C)
01	Plat Casing Berlubang	2	1.5	Rp. 100	Rp. 300
02	Plat Flendes	8	8.0	Rp. 100	Rp. 6 400
03	Plat Katup	1	3.2	Rp. 100	Rp. 320
04	Poros	1	4.4	Rp. 100	Rp. 440
05	Penhubung	1	4.4	Rp. 100	Rp. 440
Jumlah					Rp. 7 900

Tabel 5.7. Biaya drilling untuk komponen check valve desain lama

No	Nama Komponen	JML (A)	Waktu pemesinan (menit) (B)	Biaya per menit (C)	Biaya Total (A * B * C)
01	Plat Casing Berlubang	2	1	Rp. 100	Rp. 200
02	Plat Flendes	8	8.0	Rp. 100	Rp. 6 400
03	Plat Katup	1	2	Rp. 100	Rp. 200
Jumlah					Rp. 6 800

5.2.4. Biaya Cutting

Tabel 5.8. Biaya cutting untuk komponen check valve desain baru

No	Nama Komponen	JML (A)	Waktu Pemotongan (B)			Biaya per menit (C)	Biaya Total (A * B * C)
			Shearing	Gergaji mesin	Bubut		
01	Rumah Sil	1		3		Rp. 100	Rp. 300
02	Sil	2			1.5	Rp. 125	Rp. 375
03	Dudukan Poros	2		3		Rp. 100	Rp. 600
04	Plat Casing Berlubang	2	0.5			Rp. 150	Rp. 150
05	Plat Casing	2	0.5			Rp. 150	Rp. 150
06	Plat Flendes	8	0.5			Rp. 150	Rp. 600
07	Plat katup	1	0.5			Rp. 150	Rp. 75
08	Poros	1		2		Rp. 100	Rp. 200
09	Penghubung	1		3		Rp. 100	Rp. 300
10	Penutup	1		3		Rp. 100	Rp. 300
Jumlah							Rp. 3 050

Tabel 5.9. Biaya cutting untuk komponen check valve desain lama

No	Nama Komponen	JML (A)	Waktu Pemotongan (B)		Biaya per menit (C)	Biaya Total (A * B * C)
			Shearing	Gergaji mesin		
01	Plat Casing Berlubang	2	0.5		Rp. 150	Rp. 150
02	Plat Casing	2	0.5		Rp. 150	Rp. 150
03	Plat Flendes	8	0.5		Rp. 150	Rp. 600
04	Plat katup	1	0.5		Rp. 150	Rp. 75
05	Poros	1		2	Rp. 100	Rp. 200
06	pemberat	1		2	Rp. 100	Rp. 200
07	penahan	1	0.5		Rp. 100	Rp. 75
Jumlah						Rp. 1 450

5.3. Biaya Operasional

Tabel 5.10. Biaya operasional untuk check valve desain baru

No	Jenis Operasional	Biaya total	
01	Setting	Rp.	4 000
02	Welding	Rp.	4 500
03	Grinding	Rp.	2 000
04	Finising	Rp.	3 000
05	Asembling	Rp.	4 000
Jumlah		Rp.	17 500

Tabel 5.11. Biaya operasional untuk check valve desain lama

No	Jenis Operasional	Biaya total	
01	Setting	Rp.	3 000
02	Welding	Rp.	3 500
03	Grinding	Rp.	2 000
04	Finising	Rp.	2 000
05	Asembling	Rp.	3 000
Jumlah		Rp.	13 500

5.4. Biaya Total

Biaya total disini yang dimaksud adalah biaya material, biaya pemesinan dan biaya operasional sedangkan biaya yang lain tidak kami perhitungkan disini misalnya biaya transportasi, biaya pengepakan dan biaya pengiriman.

Jadi biaya total pembuatan check valve disini adalah :

$$\text{Biaya total} = \text{Biaya Material} + \text{Biaya pemesinan} + \text{Biaya Operasional}$$

⇒ Biaya total untuk check valve desain baru adalah :

$$\begin{aligned}
 B_{\text{total}} &= \{ B_{\text{material}} + (B_{\text{cutting}} + B_{\text{drilling}} + B_{\text{freis}} + B_{\text{bubut}}) + B_{\text{operasional}} \\
 &= \{ \text{Rp. 23 898} + (\text{Rp. 3 050} + \text{Rp. 7 900} + \text{Rp. 762,5} + \text{Rp. 13 322,5}) + \\
 &\quad \text{Rp. 17 500} \} \\
 &= \text{Rp. 66 433} \approx \text{Rp. 66 500}
 \end{aligned}$$

⇒ Biaya total untuk check valve desain lama adalah :

$$\begin{aligned} B_{\text{total}} &= \{ B_{\text{material}} + (B_{\text{cutting}} + B_{\text{drilling}} + B_{\text{bending}}) + B_{\text{operasional}} \} \\ &= \{ \text{Rp. 11 749} + (\text{Rp. 1 450} + \text{Rp. 6 800} + \text{Rp. 900}) + \text{Rp. 13 500} \} \\ &= \text{Rp. 34 399} \approx \text{Rp. 34 400} \end{aligned}$$

BAB VI

KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan dan pembuatan check valve desain baru ini, memiliki kelebihan dan kekurangan jika dibandingkan dengan check valve desain lama. Adapun kelebihan dan kekurangan check valve desain yang baru ini adalah :

1. Modifikasi desain yang baru ini memiliki bentuk yang lebih baik dan fungsi kerja yang lebih aman. Karena bentuk dari check valve yang baru ini tidak ada celah/kebocoran pada casing check valvenya, Sehingga terjadinya penggumpalan semen akibat terkena air yang akan mengganggu fungsi dari check valve tersebut dapat kita hindari. Dan keluarnya debu semen di udara sekitarnya juga dapat kita hindari, sehingga udara disekelilingnya tidak tercemar oleh debu semen dan material semen dapat kita hemat.
2. Sebagian besar komponen dari check Valve desain yang baru ini dapat kita lepas dan kita pasang dengan mudah (perakitan), Sehingga bila terjadi kerusakan salah satu komponen dapat kita ganti dengan mudah tanpa mengganti keseluruhan.
3. Komponen check valve desain yang baru ini lebih banyak dari komponen check valve desain lama, Sehingga waktu pembuatannya lebih lama dan material yang dibutuhkan lebih banyak serta biaya produksinya lebih mahal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Heinrinch Gerling, All About Machine Tools, Wiley Eastern Limited, New Delhi Bangalore Bombay Calcutta, 1965.
2. Hardjono, Perencanaan Mesin Perkakas, Tek. Mesin, FTI - ITS, Surabaya, 1989.
3. Taufiq Rochim, Teori Dan Teknologi Proses Permesinan, Lab. Tek. Produksi, Jurusan Tek. Mesin, FTI-ITB, 1985.
4. Joseph E. Shigley, Larry D. Mitchell, Perencanaan Teknik Mesin, (alih bahasa), Edisi ke empat, Jakarta, 1986.
5. R.S. Khurmi, J.K. Gupta, A Text Book Of Machine Design.
6. Ferdinand L. Singer, Andrew Pytel, Kekuatan Bahan, (alih bahasa), Jakarta, 1985.
7. Frank P. Incropera, David P. Dewitt, Fundamental Of Heat Transfer, New York, 1981.
8. M.F. Spotts, Design Of Machine Elements, Sixth Edition, New Delhi, 1985.
9. S. Timoshenko, D.H. Young, Engineering Mechanics, Fourth Edition, New York, 1956.
10. Ferdinand P. Beer and E. Russell Johnston, Jr, Vector Mechanics For Engineering Statics And Dynamics, Third Edition, San Fransisco, California, U.S.A, 1977.

Lampiran 1 (ref. 8, hal. 60)

Table 1. Coefficients of Static and Sliding Friction
(Reference letters indicate the lubricant used; numbers in parentheses give the sources. See footnote)

Materials	Static		Sliding	
	Dry	Greasy	Dry	Greasy
Hard steel on hard steel	0.78 (1)	0.11 (1, a) 0.23 (1, b) 0.15 (1, c) 0.11 (1, d) 0.0075 (18, p) 0.0052 (18, h)	0.42 (2)	0.029 (5, h) 0.081 (5, c) 0.080 (5, i) 0.055 (5, j) 0.084 (5, d) 0.105 (5, k) 0.096 (5, l) 0.108 (5, m) 0.12 (5, a) 0.09 (3, a) 0.19 (3, u)
Mild steel on mild steel	0.74 (19)	0.21 (1)	0.57 (3)	0.09 (3, a) 0.19 (3, u)
Hard steel on graphite	0.21 (1)	0.69 (1, a)		
Hard steel on babbitt (ASTM No. 1)	0.70 (11)	0.23 (1, b) 0.15 (1, c) 0.08 (1, d) 0.085 (1, e)	0.33 (6)	0.16 (1, b) 0.06 (1, c) 0.11 (1, d)
Hard steel on babbitt (ASTM No. 8)	0.42 (11)	0.17 (1, b) 0.11 (1, c) 0.09 (1, d) 0.08 (1, e) 0.25 (1, b) 0.12 (1, c) 0.10 (1, d) 0.11 (1, e)	0.35 (11)	0.14 (1, b) 0.065 (1, c) 0.07 (1, d) 0.08 (11, h) 0.13 (1, b) 0.06 (1, c) 0.035 (1, d)
Hard steel on babbitt (ASTM No. 10)				0.097 (2, f) 0.123 (2, f) 0.145 (2, f) 0.133 (2, f) 0.3 (11, f) 0.178 (3, x)
Mild steel on cadmium silver				
Mild steel on phosphor bronze			0.34 (3)	
Mild steel on copper lead				
Mild steel on cast iron		0.183 (15, c)	0.23 (6)	
Mild steel on lead	0.95 (11)	0.5 (1, f)	0.95 (11)	
Nickel on mild steel			0.64 (3)	
Aluminum on mild steel	0.61 (8)		0.47 (3)	
Magnesium on mild steel			0.42 (3)	
Magnesium on magnesium	0.6 (22)	0.08 (22, v)		0.04 (22, f)
Teflon on Teflon	0.04 (22)			0.04 (22, f)
Teflon on steel	0.04 (22)			
Tungsten carbide on tungsten carbide	0.2 (22)	0.12 (22, a)		
Tungsten carbide on steel	0.5 (22)	0.08 (22, a)		
Tungsten carbide on copper	0.35 (23)			
Tungsten carbide on iron	0.8 (23)			
Bonded carbide on copper	0.35 (23)			
Bonded carbide on iron	0.8 (23)			
Cadmium on mild steel			0.46 (3)	
Copper on mild steel	0.53 (8)		0.36 (3)	0.18 (17, a)
Nickel on nickel	1.10 (16)		0.53 (3)	0.12 (3, w)
Brass on mild steel	0.51 (8)		0.44 (6)	
Brass on cast iron			0.30 (6)	
Zinc on cast iron	0.85 (16)		0.21 (7)	
Magnesium on cast iron			0.25 (7)	
Copper on cast iron	1.05 (16)		0.29 (7)	
Tin on cast iron			0.32 (7)	
Lead on cast iron			0.43 (7)	
Aluminum on aluminum	1.05 (16)		1.4 (3)	
Glass on glass	0.94 (8)	0.01 (10, p) 0.005 (10, q)	0.40 (3)	0.09 (3, a) 0.116 (3, v)
Carbon on glass			0.18 (3)	
Garnet on mild steel			0.39 (3)	
Glass on nickel	0.78 (8)		0.56 (3)	
Copper on glass	0.68 (8)		0.51 (3)	
Cast iron on cast iron	1.10 (16)		0.15 (9)	0.020 (9, d) 0.064 (9, a) 0.027 (9, a) 0.164 (9, r) 0.067 (9, a) 0.02 (9, a)
Brass on brass			0.22 (9)	
Cast iron on cast iron			0.48 (9)	
Brass on brass	0.62 (9)			
Cast iron on cast iron			0.12 (9)	
Brass on brass	0.54 (9)		0.32 (9)	
Cast iron on cast iron	0.61 (9)		0.49 (9)	0.05 (9, a)
Brass on brass			0.26 (9)	0.14 (9, b) 0.11 (9, a)
Cast iron on cast iron			0.15 (12)	0.07 (12, d) 0.07 (13, d)

(1) Stribeck, *Trans. A.S.M.E.*, 1939; (2) Clarke, Lincoln, and Sterrett, *Proc. A.P.I.*, 1935; (3) Deane and
 (4) Dokos, *Trans. A.S.M.E.*, 1946; (5) Boyl and Robertson, *Trans. A.S.M.E.*, 1945; (6) Sachs, *Z. Physik. Math. und Mech.*, 1924; (7) Honda and Yamada, *Jour. J. of M.*,
 (8) Tomlinson, *Phil. Mag.*, 1929; (9) Morin, *Acad. Roy. des Sciences*, 1848; (10) Claypole, *Trans. A.S.M.E.*, 1943; (11) Tabor, *Applied Phys.*, 1945; (12) Eysen, General Discussion on Lubrication,
 (13) Brasier and Bowyer, General Discussion on Lubrication, A.S.M.E., 1937; (14) Bur-

Lampiran 2 (ref. 8, hal.106)

TABLE 2-1 Average Values for Mechanical Properties of Engineering Materials*

Material	Modulus of Elasticity		Weight, γ , lb/in. ³	Coefficient of Linear Expansion, α , in./in. deg F)
	Tension, E, psi	Shear, G, psi		
Cast iron	See Table 14-13		0.256	0.000 0056
Steel	30,000,000	11,500,000	0.283	0.000 0065
Stainless steel, 18-8	28,000,000	10,000,000	0.295	0.000 0096
Brass, bronze	15,000,000	5,300,000	0.30-0.32	0.000 0102
Aluminum	10,000,000	3,850,000	0.100	0.000 0128
Magnesium	6,500,000	2,400,000	0.065	0.000 0145

*Poisson's ratio, $\mu = 0.3$. Acceleration for free fall, $g = 32.174 \text{ ft/sec}^2 = 386.1 \text{ in./sec}^2$. Variations in values shown are possible, depending on composition and method of manufacture.

TABLE 2-1A Average Values for Mechanical Properties of Engineering Materials in SI Units*

Material	Modulus of Elasticity		Weight per Unit Volume, N/mm ³	Coefficient of Linear Expansion, α , mm/(mm deg C)
	Tension-Comp, E, N/mm ² or MPa	Shear, G, N/mm ² or MPa		
Cast iron			0.000 0695	0.000 0100
Steel	206,900	79,300	0.000 0768	0.000 0117
Stainless steel, 18-8	193,100	69,000	0.000 0800	0.000 0173
Brass, bronze	103,400	36,600	0.000 0814-869	0.000 0184
Aluminum	69,000	26,600	0.000 0271	0.000 0230
Magnesium	44,800	16,600	0.000 0176	0.000 0261

*Stress values are those of Table 2-1 divided by 145, the conversion factor from psi to MPa. $1 \text{ lb/in.}^3 = 4.4482 \text{ N/(25.4 mm)}^3 = 0.00027145 \text{ N/mm}^3$. Acceleration for free fall, $g = 9.8066 \text{ m/sec}^2$.

Lampiran 3 (ref. 4, hal. 11)

Table 89. Physical Properties of Commonly Used Spring Materials

Material	Analysis		Tensile properties			Rockwell hardness	Torsional properties of wire			Process of manufacture, chief uses, special properties
			Ultimate strength, psi	Elastic limit, psi	Modulus of elasticity (E)		Ultimate strength, psi	Elastic limit, psi	Modulus in torsion (G)	
FLAT COLD-ROLLED SPRING STEEL										
Clock spring steel AS 100 SAE 1095	C Mn	0.90-1.05 % 0.30-0.50 %	180,000-340,000	150,000-310,000	30,000,000	C40-52	Not used	Not used	Not used	Cold-rolled and heat-treated before forming. Clock and motor springs, miscellaneous flat springs
Flat spring steel AS 101 SAE 1074	C Mn	0.70-0.80 % 0.50-0.80 %	160,000-320,000	125,000-280,000	30,000,000	Annealed B70-85 temp'd C38-50	Not used	Not used	Not used	Cold-rolled, annealed, or tempered. Miscellaneous flat springs. Most popular spring steel
Flat spring steel AS 102 SAE 1060	C Mn P and S	0.50-0.65 % 0.60-0.90 % 0.04 % max	160,000-280,000	120,000-180,000	30,000,000	Annealed B70-85 temp'd C38-50	Not used	Not used	11,500,000	Use cold-rolled and annealed. Miscellaneous flat springs, static loads
CARBON STEEL WIRES										
High-carbon wire AS 8	C Mn	0.85-0.95 % 0.25-0.60 %	200,000-250,000	160,000-210,000	30,000,000	C44-48	160,000-200,000	110,000-150,000	11,500,000	Cold-rolled or drawn. High-grade helical springs or wire forms
Oil-tempered wire AS 10 SAE 1070-1075	C Mn	0.60-0.70 % 0.60-0.90 %	155,000-300,000	120,000-250,000	30,000,000	C42-46	115,000-200,000	80,000-150,000	11,500,000	Cold-rolled and drawn

Lampiran 4 (ref. 8, hal. 94)

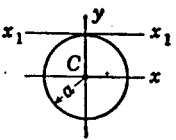
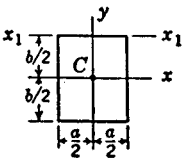
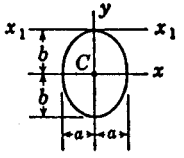
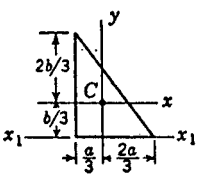
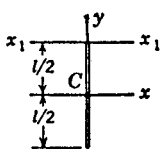
Tabel 10-1 BAJA CAMPURAN DAN BAJA BERKADAR KARBON TINGGI UNTUK PEGAS

Nama bahan	Spesifikasi yang sama	Uraian
Senar musik 0.8 – 0.95C	UNS G10850 AISI 1085 ASTM A228-51	Ini adalah yang terbaik, yang paling liat, dan paling banyak dipakai untuk bahan pegas pada pegas-pegas kecil. Mempunyai kekuatan tarik yang paling tinggi dan dapat menahan tegangan yang lebih besar pada pembebanan berulang, dibanding bahan pegas yang lain. Tersedia dalam ukuran diameter 0.12 sampai 3 mm (0.005 sampai 0.125 in). Jangan dipakai di atas 120°C (250°F) atau di bawah suhu nol derajat.
Kawat yang disepuh dalam oli 0.60 – 0.70C	UNS G10650 AISI 1065 ASTM A229-41	Baja pegas untuk pemakaian umum ini dipakai untuk berbagai jenis pegas gulungan di mana biaya senar musik terlalu mahal dan ukurannya lebih besar dari yang tersedia pada senar musik. Tidak untuk pembebanan kejut atau pukulan. Tersedia dalam ukuran diameter 3 sampai 12 mm (0.125 in sampai 0.5000 in), tetapi ukuran yang lebih kecil atau lebih besar pun bisa didapat. Tidak untuk dipakai di atas 180°C (350°F) atau pada suhu di bawah nol derajat.
Kawat yang dikeraskan dengan penarikan 0.60 – 0.70C	UNS G10660 AISI 1066 ASTM A227-47	Ini adalah baja pegas untuk pemakaian umum yang paling murah dan hanya bisa dipakai di mana umur, ketelitian, dan lenturan tidak terlalu penting. Tersedia dalam ukuran diameter 0.8 sampai 12 mm (0.031 sampai 0.400 in). Tidak untuk pemakaian di atas 120°C (250°F) atau pada suhu di bawah nol derajat.
Vanadium-Chrom	UNS G61500 AISI 6150 ASTM A231-41	Inilah baja pegas campuran yang paling populer untuk kondisi yang melibatkan tegangan yang lebih tinggi daripada yang dapat dipakai pada baja karbon tinggi dan untuk pemakaian di mana kelelahan dan ketahanan yang panjang diperlukan. Juga baik untuk beban kejut dan pukulan. Dipakai secara luas untuk pegas katup mesin pesawat terbang dan untuk suhu sampai 220°C (425°F). Tersedia dalam bentuk yang di-annil atau diperkeras awal dengan suhu untuk ukuran diameter 0.8 sampai 12 mm (0.031 sampai 0.500 in).
Silikon chrom	UNS G92540 AISI 9254	Campuran ini adalah suatu bahan yang paling baik untuk pegas bertegangan tinggi yang memerlukan umur yang panjang dan terhadap pembebanan kejut. Kekerasan (Rockwell C50 sampai C53) adalah sangat umum, dan bahan ini bisa dipakai sampai 250°C (475°F). Tersedia dalam ukuran diameter dari 0.8 sampai 12 mm (0.031 sampai 0.500 in).

Sumber: Atas izin dari Harold C. R. Carlson, "Selection and Application of Spring Materials", *Mech. Eng.*, vol. 78, 1956, pp. 331-334.

Lampiran 5 (ref. 9, hal. 508)

Various Moments of Inertia of Laminas

Lamina	$I_z = \frac{W}{g} i_z^2$	$I_{x_1} = \frac{W}{g} i_{x_1}^2$	$I_y = \frac{W}{g} i_y^2$
	$\frac{W a^2}{g 4}$	$\frac{W 5a^2}{g 4}$	$\frac{W a^2}{g 2}$
	$\frac{W b^2}{g 12}$	$\frac{W b^2}{g 3}$	$\frac{W a^2 + b^2}{g 12}$
	$\frac{W b^2}{g 4}$	$\frac{W 5b^2}{g 4}$	$\frac{W a^2 + b^2}{g 4}$
	$\frac{W b^2}{g 18}$	$\frac{W b^2}{g 6}$	$\frac{W a^2 + b^2}{g 18}$
	$\frac{W l^2}{g 12}$	$\frac{W l^2}{g 3}$	$\frac{W l^2}{g 12}$

Lampiran 6 (ref. 8, hal. 160)

Tabel 3.1 Spesifikasi Baja Lunak (JIS).

Standar	Jenis	Tebal pelat t (mm)	Komposisi Kimia (%)					Kekuatan luluh (kg/mm ²)	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Perpan- jangan (%)
			C	Si	Mn	P	S			
Baja rol panas untuk konstruksi umum G 3101-1976	SS34	1 ≤ t ≤ 5 5 < t ≤ 16 16 < t ≤ 40 40 < t	—	—	—	≤ 0,050 . . .	≤ 0,050 . . .	≥ 21 . ≥ 20 ≥ 18	30-44	≥ 26**** ≥ 21* ≥ 26** ≥ 28***
	SS41	1 ≤ t ≤ 5 5 < t ≤ 16 16 < t ≤ 40 40 < t	—	—	—	≤ 0,050 . . .	≤ 0,050 . . .	≥ 25 . ≥ 24 ≥ 22	40-52	≥ 21**** ≥ 17** ≥ 21** ≥ 23***
	SS50	1 ≤ t ≤ 5 5 < t ≤ 16 16 < t ≤ 40 40 < t	—	—	—	≤ 0,050 . . .	≤ 0,050 . . .	> 29 . > 28 > 26	50-62	≥ 19**** ≥ 15** ≥ 19** ≥ 21***
	SS55	1 ≤ t ≤ 5 5 < t ≤ 16 16 < t ≤ 40 16 < t	≤ 0,30	—	≤ 1,60	≤ 0,40 . . .	≤ 0,040 . . .	≥ 41 . . ≥ 40	≥ 50	≤ 16**** ≥ 13** ≥ 27*
Baja rol untuk ketel dan bejana tekan untuk temperatur tinggi G 3103-1977	SB42	1 ≤ t ≤ 25 25 < t ≤ 50 50 < t ≤ 200	≤ 0,24 ≤ 0,27 ≤ 0,30	0,15-0,30	≤ 0,90	≤ 0,035 . .	≤ 0,040 . .	≥ 23	42-56	≥ 21** ≥ 25*
	SB46	1 ≤ t ≤ 25 25 < t ≤ 50 50 < t ≤ 200	≤ 0,28 ≤ 0,31 ≤ 0,33	0,15-0,30	≤ 0,90	≤ 0,035 . .	≤ 0,040 . .	≥ 25	46-60	≥ 19** ≥ 25*
	Sb49	1 ≤ t ≤ 25 25 < t ≤ 50 50 < t ≤ 200	≤ 0,31 ≤ 0,33 ≤ 0,35	0,15-0,30	≤ 0,90	≤ 0,035 . .	≤ 0,040 . .	≥ 27	49-63	≥ 27** ≥ 21*
Baja rol panas untuk konstruksi las G 3106-1977	SM41A	1 ≤ t ≤ 5 5 < t ≤ 16 16 < t ≤ 40 40 < t ≤ 50 50 < t ≤ 100	≤ 0,23 . . . ≤ 0,25	—	≤ 2,5C	≤ 0,040 . .	≤ 0,040 . . ≥ 22 .	≥ 25 . . ≥ 24 .	40-52	≥ 23**** ≥ 18** ≥ 22** ≥ 24**** .
	SM41B	1 ≤ t ≤ 5 5 < t ≤ 16 16 < t ≤ 40 40 < t ≤ 50 50 < t ≤ 100	≤ 0,20 . . . ≤ 0,22	≤ 0,35	≤ 0,60-1,20	≤ 0,040 . .	≤ 0,040 . . ≥ 22 .	≥ 25 . . ≥ 24 .	40-52	≥ 23**** ≥ 18** ≥ 22** ≥ 24**** .
	SM41C	1 ≤ t ≤ 5 5 < t ≤ 16 16 < t ≤ 40 40 < t ≤ 50	≤ 0,18 . . .	≤ 0,35	≤ 1,40	≤ 0,040 . .	≤ 0,040 . . ≥ 22	≥ 25 . ≥ 24 ≥ 22	40-52	≥ 23**** ≥ 18** ≥ 22** ≥ 24****
Pelat baja untuk bejana tekan untuk temperatur sedang G 3115-1977	SPV24	1 ≤ t ≤ 16 16 < t ≤ 40 40 < t ≤ 50 50 < t ≤ 100	≤ 0,18 . . ≤ 0,20	0,15-0,35	≤ 1,40	≤ 0,035 . .	≤ 0,040 . .	≥ 24 . ≥ 22 .	40-52	≥ 17** 21** ≥ 24**** .

Catatan: * Batang uji no. 1
 ** Batang uji no. 1A
 *** Batang uji no. 4
 **** Batang uji no. 5

Lampiran 7 (ref. 7, hal. 764)

COMPOSITION	MELTING POINT K	PROPERTIES AT 300 K				PROPERTIES AT VARIOUS TEMPERATURES (K)									
		ρ	c_p	k	$\alpha \cdot 10^6$	$k, \text{ W/m}\cdot\text{K} / c_p, \text{ J/kg}\cdot\text{K}$									
		kg/m ³	J/kg·K	W/m·K	m ² /s	100	200	400	600	800	1000	1200	1500	2000	2500
Germanium	1211	5380	322	59.9	34.7	232	96.8	43.2	27.3	19.8	17.4	17.4			
						190	290	337	348	357	375	395			
Gold	1336	19300	129	317	127	327	323	311	298	284	270	255			
						109	124	131	135	140	145	155			
Iridium	2720	22500	130	147	50.3	172	153	144	138	132	126	120	111		
						90	122	133	138	144	153	161	172		
Iron															
Pure	1810	7870	447	80.2	23.1	134	94.0	69.5	54.7	43.3	32.8	28.3	32.1		
						216	384	490	574	680	975	609	654		
Armco (99.75% pure)		7870	447	72.7	20.7	95.6	80.6	65.7	53.1	42.2	32.3	26.7	31.4		
						215	384	490	574	680	975	609	654		
Carbon steels															
Plain carbon		7854	434	60.5	17.7			56.7	48.0	39.2	30.0				
(Mn \leq 1%, Si \leq 0.1%)								487	559	685	1188				
AISI 1010		7832	434	63.9	18.8			56.7	48.8	39.2	31.3				
								487	559	685	1188				
Carbon-silicon		7817	446	51.9	14.9			49.8	44.0	37.4	29.3				
(Mn \leq 1%, 0.1% < Si \leq 0.6%)								501	582	699	971				
Carbon-manganese- silicon		8131	434	41.0	11.6			42.2	39.7	35.0	27.6				
(1% < Mn \leq 1.65%, 0.1% < Si \leq 0.6%)								487	559	685	1090				
Chromium (low) steels															
1 Cr-1 Mo-Si		7822	444	37.7	10.9			38.2	36.7	33.3	26.9				
(0.18% C, 0.65% Cr, 0.23% Mo, 0.6% Si)								492	575	688	969				
1 Cr-1 Mo		7858	442	42.3	12.2			42.0	39.1	34.5	27.4				
(0.16% C, 1% Cr, 0.54% Mo, 0.39% Si)								492	575	688	969				
1 Cr-V		7836	443	48.9	14.1			46.8	42.1	36.3	28.2				
(0.2% C, 1.02% Cr, 0.15% V)								492	575	688	969				

Lampiran 8 (ref. 7, hal. 774)

DESCRIPTION/COMPOSITION	TEMPERATURE K	DENSITY, ρ kg/m ³	THERMAL CONDUCTIVITY, k W/m·K	SPECIFIC HEAT, c_p J/kg·K
Glass				
Plate (soda lime)	300	2,500	1.4	750
Pyrex	300	2,225	1.4	835
Ice	273	920	0.188	2,040
	253	—	0.203	1,945
Leather (sole)	300	998	0.013	—
Paper	300	930	0.011	1,340
Paraffin	300	900	0.020	2,890
Rock				
Granite, Barre	300	2,630	2.79	775
Limestone, Salem	300	2,320	2.15	810
Marble, Halston	300	2,680	2.80	830
Quartzite, Sioux	300	2,640	5.38	1,105
Sandstone, Berea	300	2,150	2.90	745
Rubber, vulcanized				
Soft	300	1,100	0.012	2,010
Hard	300	1,190	0.013	—
Sand	300	1,515	0.027	800
Soil	300	2,050	0.52	1,840
Snow	273	110	0.049	—
		500	0.190	—
Teflon	300	2,200	0.35	—
	400	—	0.45	—
Tissue, human				
Skin	300	—	0.37	—
Fat layer (adipose)	300	—	0.2	—
Muscle	300	—	0.41	—
Wood, cross grain				
Balsa	300	140	0.055	—
Cypress	300	465	0.097	—
Fir	300	415	0.11	2,720
Oak	300	545	0.17	2,385
Yellow pine	300	640	0.15	2,805
White pine	300	435	0.11	—
Wood, radial				
Oak	300	545	0.19	2,385
Fir	300	420	0.14	2,720

Lampiran 9 (ref. 10, hal. 60)

Table 1.3 U.S. Customary Units and Their SI Equivalents

Quantity	U.S. Customary Unit	SI Equivalent
Acceleration	ft/s ²	0.3048 m/s ²
	in./s ²	0.0254 m/s ²
Area	ft ²	0.0929 m ²
	in ²	645.2 mm ²
Energy	ft · lb	1.356 J
Force	kip	4.448 kN
	lb	4.448 N
	oz	0.2780 N
Impulse	lb · s	4.448 N · s
Length	ft.	0.3048 m
	in.	25.40 mm
	mi	1.609 km
Mass	oz mass	28.35 g
	lb mass	0.4536 kg
	slug	14.59 kg
	ton	907.2 kg
Moment of a force	lb · ft	1.356 N · m
	lb · in.	0.1130 N · m
Moment of inertia		
	Of an area	in ⁴ 0.4162 × 10 ⁶ mm ⁴
Of a mass	lb · ft · s ²	1.356 kg · m ²
	lb · s	4.448 kg · m/s
Momentum	ft · lb/s	1.356 W
Power	hp	745.7 W
	lb/ft ²	47.88 Pa
Pressure or stress	lb/in ² (psi)	6.895 kPa
	ft/s	0.3048 m/s
Velocity	in./s	0.0254 m/s
	mi/h (mph)	0.4470 m/s
	mi/h (mph)	1.609 km/h
	ft ³	0.02832 m ³
Volume, solids	in ³	16.39 cm ³
	Liquids	gal 3.785 l
Work	qt	0.9464 l
	ft · lb	1.356 J

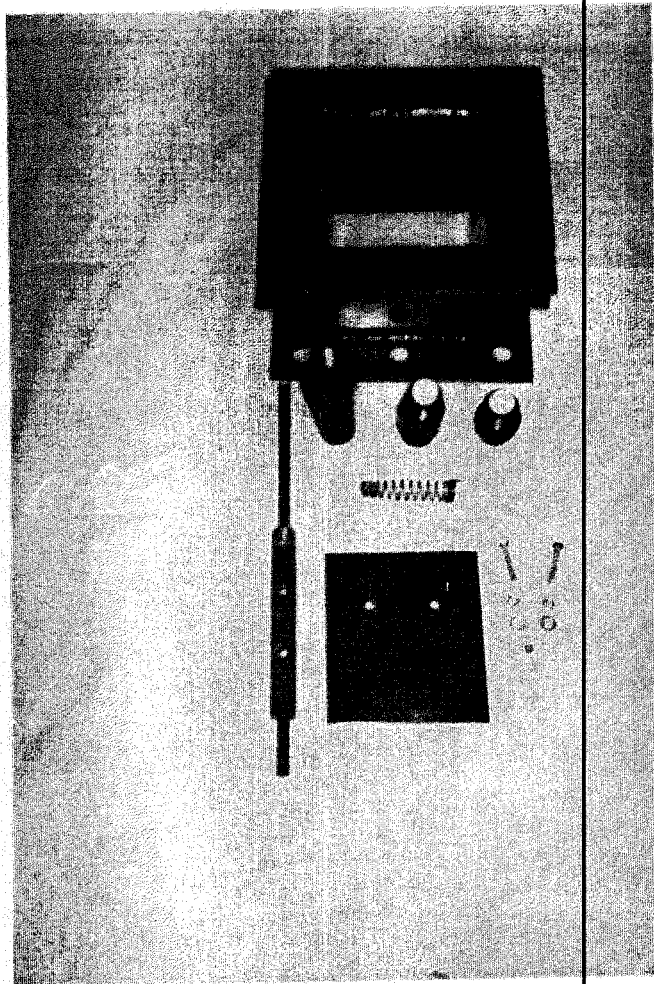


Foto.1. Bentuk Komponen Check Valve (Casing, Poros, Penutup, Penghubung dan Sil, Rumah Sil dan Sil, Pegas, Plat Katup, Baut dan Mur)

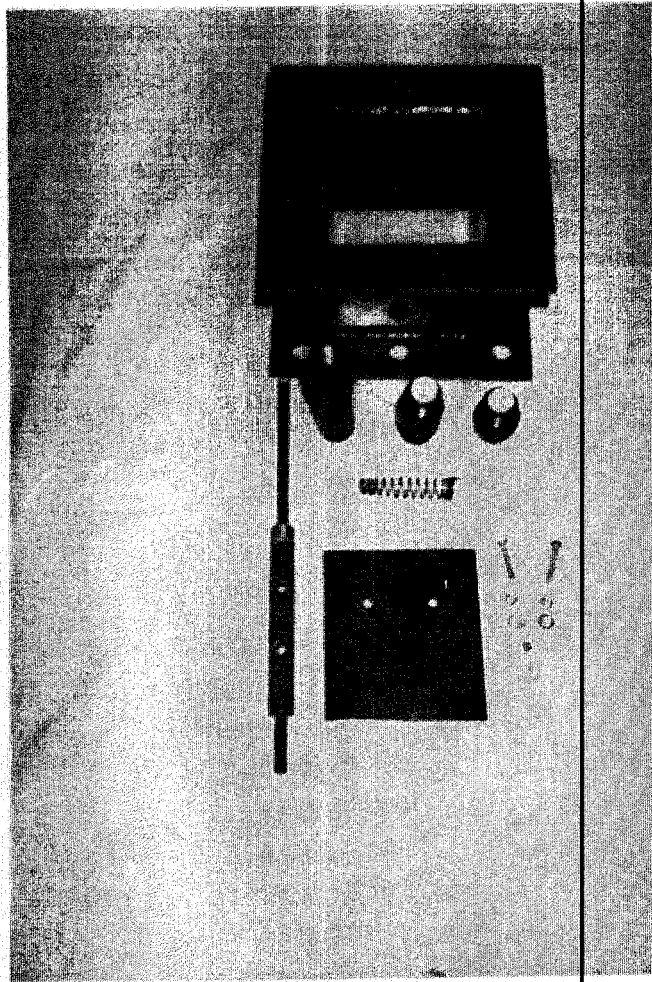


Foto.1. Bentuk Komponen Check Valve (Casing, Poros, Penutup, Penghubung dan Sil, Rumah Sil dan Sil, Pegas, Plat Katup, Baut dan Mur)

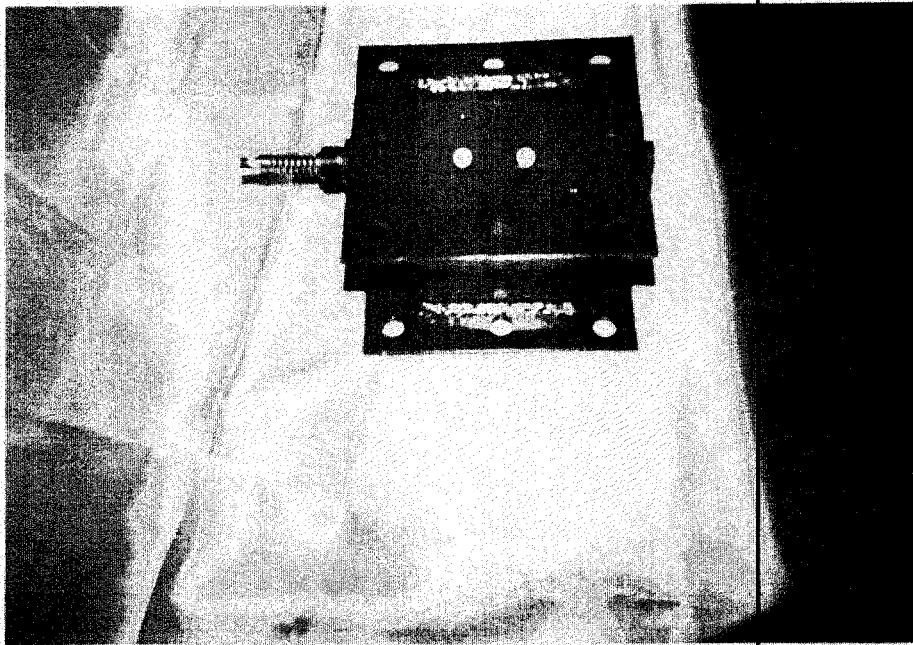


Foto.4. Bentuk Perakitan Check Valve Tanpa Penutup (Pandangan Atas).

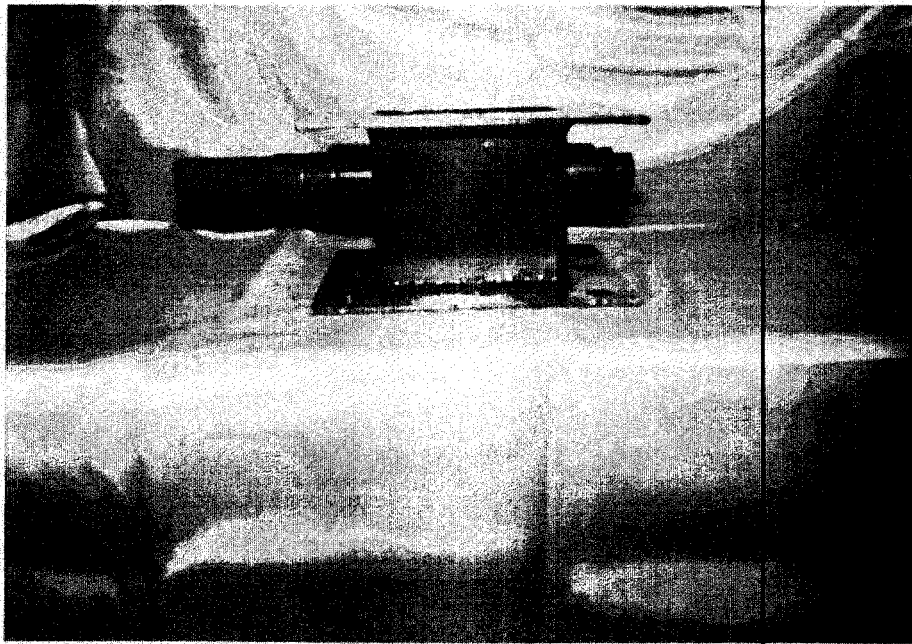


Foto.5. Bentuk Perakitan Check Valve (Pandangan Depan)

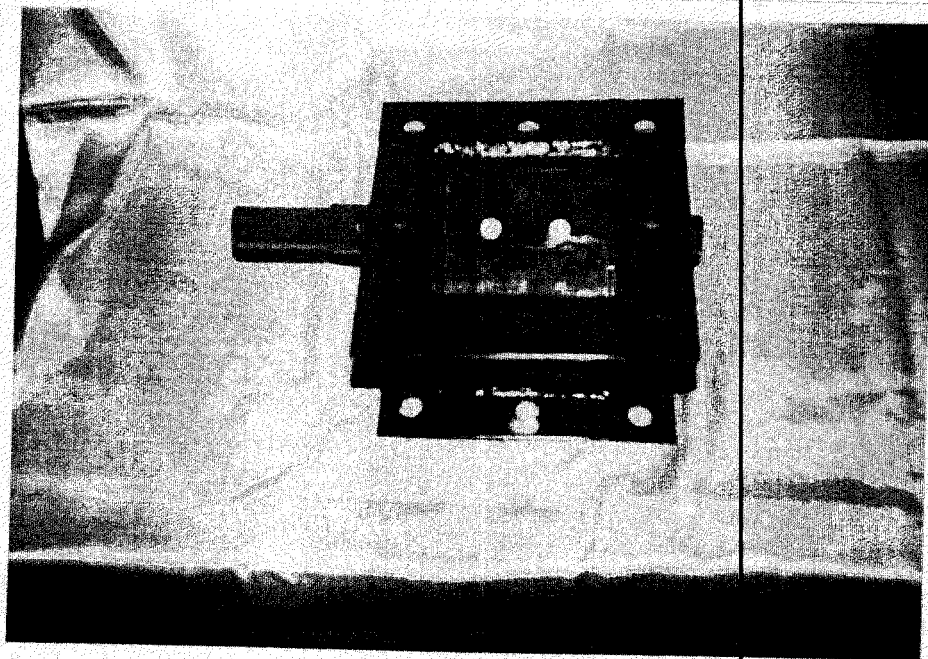


Foto.6. Bentuk Perakitan Check Valve (Pandangan Atas)

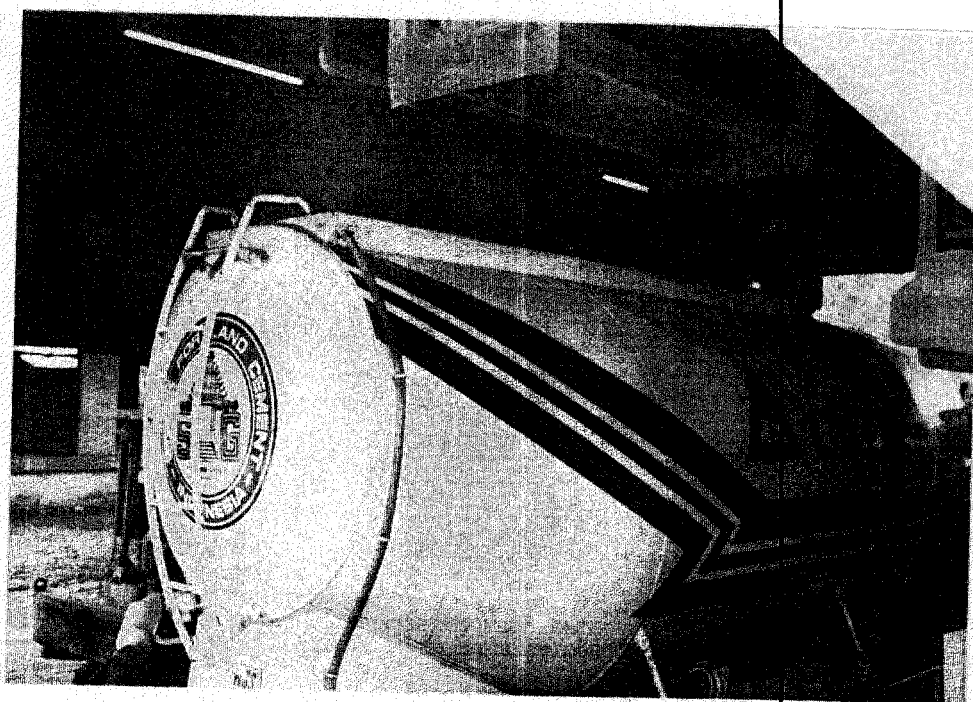


Foto.7. Proses Pengisian Semen Curah Dari PT. Semen Gresik
kedalam Mobil Pengangkut Semen/Bulk Truck (Pandangan
Dari Samping).



Foto.8. Proses Pengisian Semen Curah Dari PT. Semen Gresik ke - dalam Mobil Pengangkut Semen/Bulk Truck (Pandangan Dari Belakang).

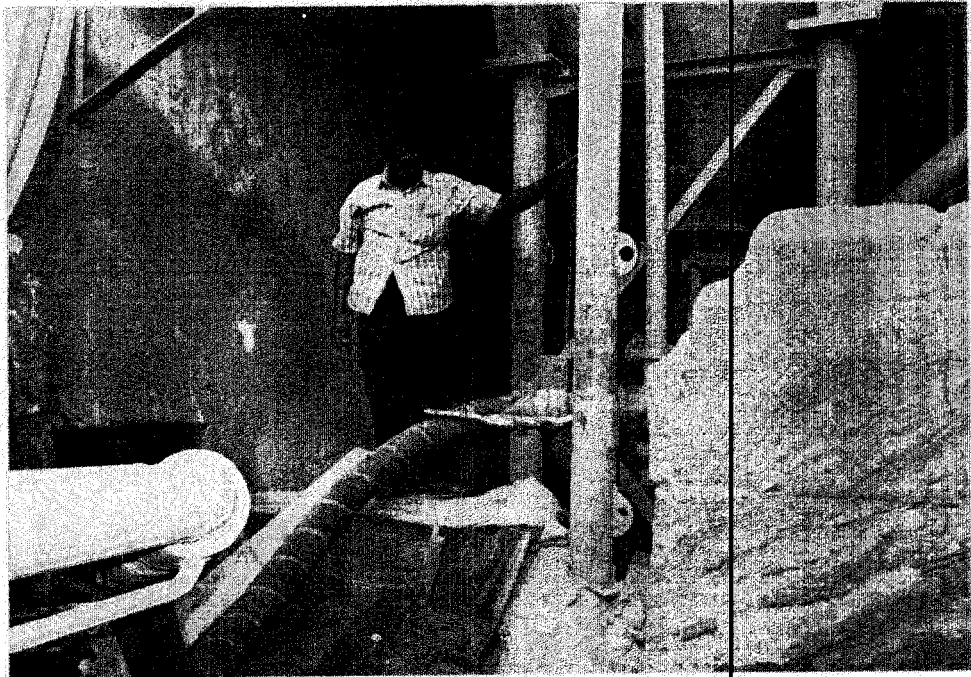


Foto.9. Proses Pengisian Semen Curah Dari Bulk Truck Kedalam Silo (Pandangan Dari Depan).

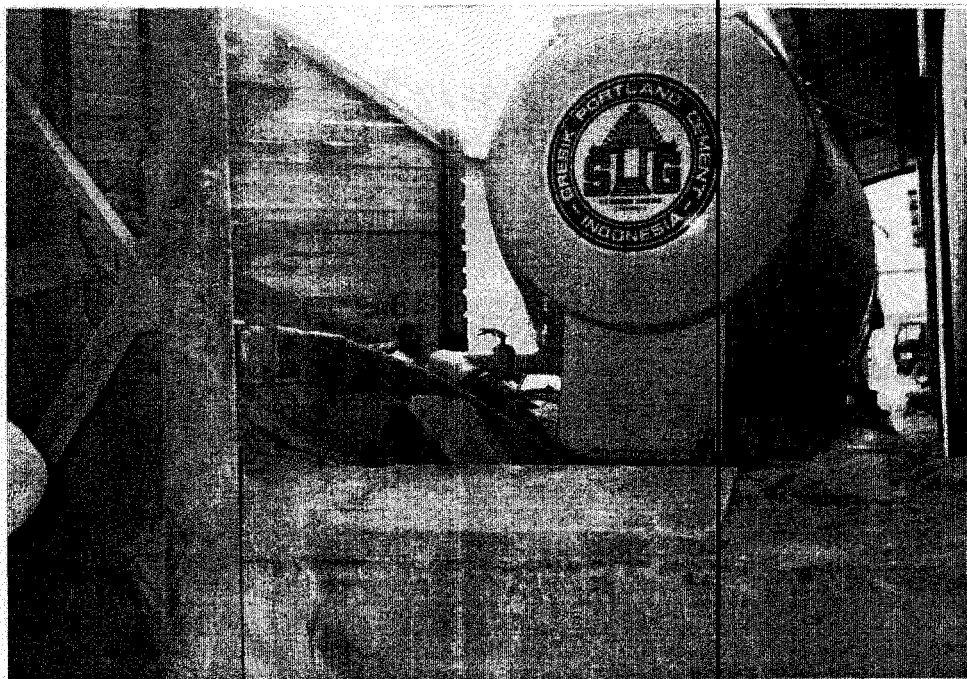


Foto.10. Proses Pengisian Semen Curah Dari Bulk Truck Kedalam Silo (Pandangan Dari Belakang).

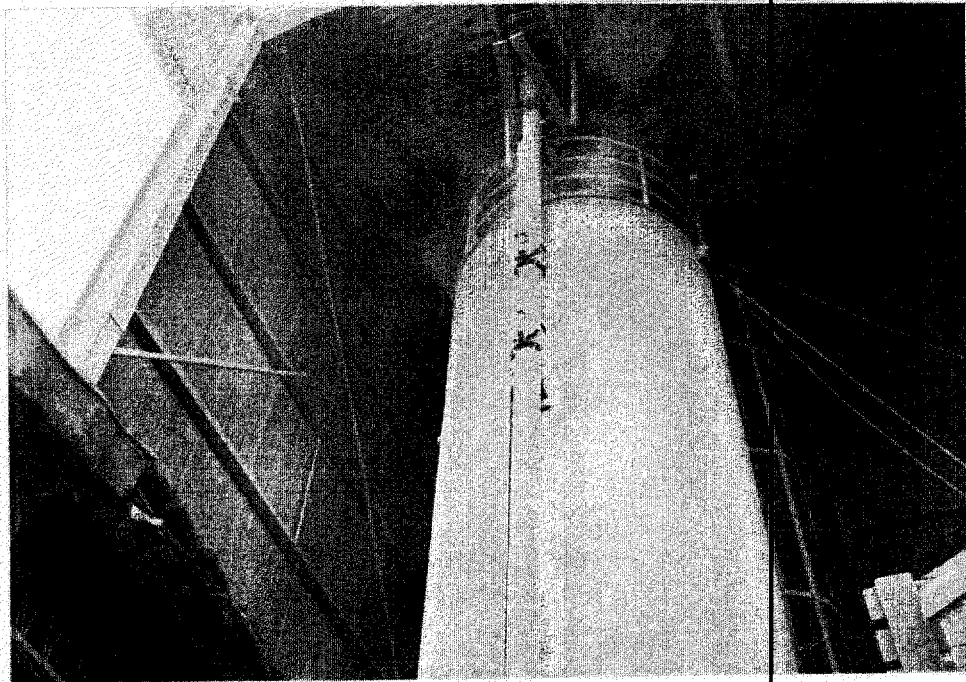


Foto.11. Tercemarnya Udara Sekeliling Oleh Debu Semen Saat Pengisian Semen Curah Dari Bulk Truck Kedalam Silo (Awal Pengisian)

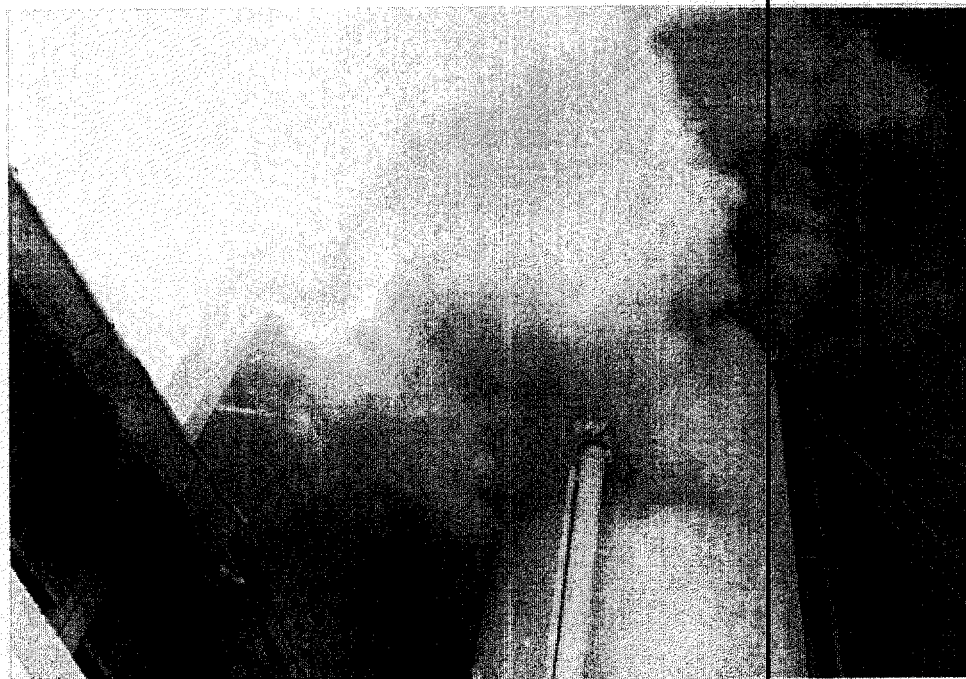


Foto.12. Tercemarnya Udara Sekeliling Oleh Debu Semen Saat Pengisian Semen Curah Dari Bulk Truck Kedalam Silo (15 menit dari awal pengisian)

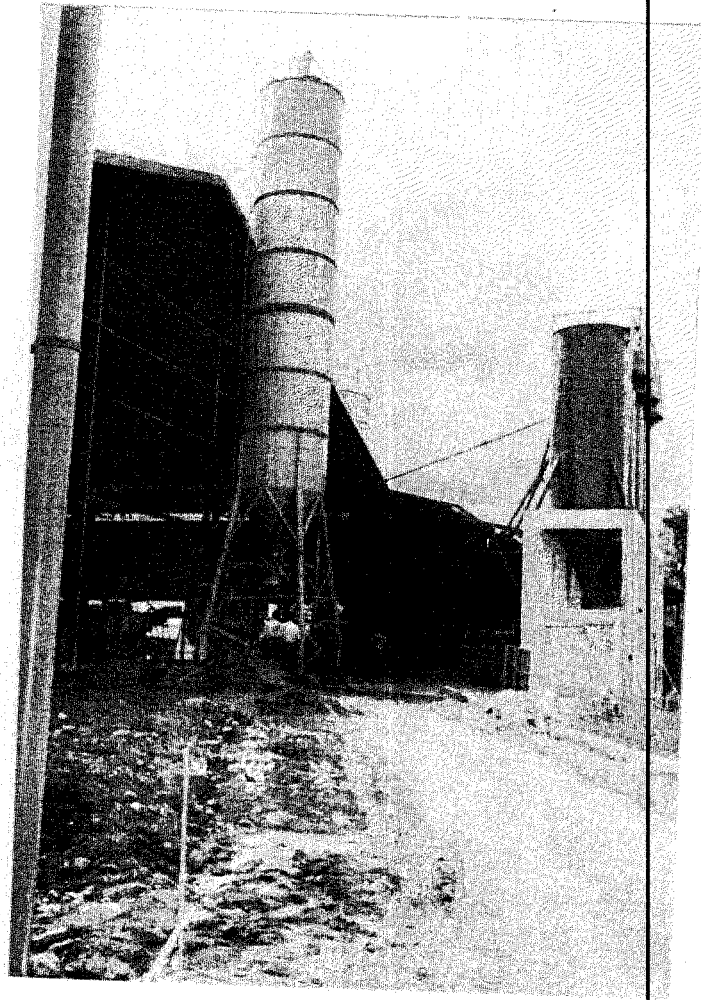


Foto.13. Bentuk Silo (Sistem Penyimpanan Semen Curah) Hasil
Buatan Fabrikasi Mesin PT. Varia Usaha Gresik